ZUR KONSTRUKTIVEN ENTWICKLUNG DER DACHSTÜHLE AUF BRESLAUER KIRCHEN UND MONUMENTALBAUTEN

Von der

TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU BRESLAU

zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs

genehmigte

DISSERTATION

vorgelegt von

DIPL.-ING. JOSEF BRONNER

Referent: Professor Dr.-Ing. Adolf Zeller

Korreferent: Professor Heinrich Müller-Breslau

Tag der mündlichen Prüfung: 24. März 1931

Druck von Wilh. Gottl. Korn in Breslau 1

Erscheint auch als Sonderdruck

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Herrn Oberregierungs- und Baurat

FRANZ BOROWSKI

gewidmet

293 03

Für die mir bereitwilligst gewährte Unterstützung und für das dieser Arbeit entgegengebrachte Interesse, spreche ich den Herren:

Professor Heinrich Müller-Breslau
Professor Dr.-Ing. Adolf Zeller
Landesbaurat Dr. Ludwig Burgemeister
Oberregierungs- und Baurat Franz Borowski
Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. Gottfried Müller

meinen herzlichsten Dank aus.

Literaturverzeichnis

Burgemeister: Die Kunstdenkmäler der Stadt Breslau, 1. Teil.

„ Die Jesuitenkunst in Breslau

„ Das Breslauer Rathaus

Lutsch: Die Kunstdenkmäler der Stadt Breslau

Patzak: Die Jesuitenbauten in Breslau und ihre Architekten

Landsberger: Berühmte Kunststätten, Band 75, Breslau

Grisebach: Die Kunst in Schlesien

Borowski: Das Dachwerk der Matthiaskirche in Breslau, Denkmalpflege, Heft 9, Jahrgang 1919

Hayn: Die Danziger Dachkonstruktionen

Göbel: Die Entwicklung des süddeutschen Bürgerhauses

Schnell: Die Entwicklung des Dachstuhls am Mittelrhein

Ostendorf: Die Geschichte des Dachwerks

Gruber: Deutsche Bauern- und Ackerbürgerhäuser

Gottgetreu: Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen

Holmberg: Ein Beitrag zur Kenntnis mittelalterlicher Holzbaukunst in Württemberg

Stephani: Der älteste deutsche Wohnbau

Heller: Die historischen Merkmale der thüringischen und slawischen Holzarchitektur

Handbuch der Architektur, III. Teil, 2. Band, Heft 4

Viollet le Duc: Dictionnaire raisonné de l'Architécture

Abbildungsverzeichnis

Das Dachwerk des urtümlich germanischen Hauses . . . . . Tafel 1
Mauritiuskirche (Hauptschiff) . . . . . „ 2
Magdalenenkirche (Hauptschiff) . . . . . „ 3
Elisabethkirche (Hauptschiff) . . . . . „ 4
Vinzenzkirche (Hauptschiff) . . . . . „ 5
Adalbertkirche (Hauptschiff) . . . . . „ 6
Katharinenkirche . . . . . „ 7
Christophorikirche . . . . . „ 8
Kreuzkirche (Querschiff) . . . . . „ 9
Kreuzkirche (Mittelschiff) . . . . . „ 10
Adalbertkirche (Querschiff) . . . . . „ 11
Gymnasialkirche (Querschiff) . . . . . „ 12
Rathaus (Nordflügel) . . . . . „ 13
Bernhardinkirche (Taufkapelle) . . . . . „ 14
Barbarakirche . . . . . „ 15
Annenkloster (Bürgerhospital zu St. Anna) . . . . . „ 16
Rathaus (Hauptdach) . . . . . „ 17
Elisabethkirche (Hauptschiff) . . . . . „ 18
Martinikirche . . . . . „ 19
Gymnasialkirche (Hauptschiff) . . . . . „ 20
Corpus Christikirche (Hauptschiff) . . . . . „ 21
Sandkirche . . . . . „ 22
Dorotheenkirche (Hauptdach) . . . . . „ 23
Einzelheiten zum Dachwerk der Dorotheenkirche . . . . . „ 24
Gymnasialkirche (Hauptschiff) . . . . . „ 25
Bernhardinkirche (Hauptschiff) . . . . . „ 26
Matthiaskirche . . . . . „ 27
Einzelheiten zum Dachwerk der Matthiaskirche . . . . . „ 28
Antoniuskirche . . . . . „ 29
Einzelheiten zum Dachwerk der Antoniuskirche . . . . . „ 30
Dom (Langhaus) . . . . . „ 31
Barmherzige Brüderkirche . . . . . „ 32
Universität . . . . . „ 33

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Konstruktive Vorentwicklung	3— 5
1. Das Dachwerk des urtümlich germanischen Hauses	3— 4
2. Der romanische Dachstuhl	4— 5
Kehlbalkendächer	6—21
1. Bildung des Längsverbandes durch Schalung, Lattung und Windrispen	6— 8
2. Bildung des Längsverbandes durch eine in der Mittelebene des Dachwerks errichtete Fachwerkswand	8—11
3. Bildung des Längsverbandes durch Anordnung zweier seitlich senkrechter Fachwerkswände	11—16
4. Bildung des Längsverbandes durch Anordnung zweier seitlich geneigter Fachwerkswände	16—21

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549812_0091

Einleitung

Der konstruktive Teil der Baukonstruktionen erhält als eine der bedeutendsten Erfahrungswissenschaften seine Grundlagen, wenn man die ausgeführten Bauwerke der Vorzeit genau auch nach dieser Richtung zu erforschen sucht. Nur hierdurch wird sich ein vollkommenes Verständnis für diese Konstruktionen gewinnen lassen, auf welche sich die neuzeitlichen, ingenieurmäßig durchgebildeten Holzbauweisen gründen. Die auf Jahrhunderte alter handwerksmäßiger Erfahrung beruhenden Zimmermannsbauten werden zum Teil wohl nie durch andere Konstruktionen ersetzt werden können, da ihre Grundgedanken in vielen Punkten den heutigen Anschauungen völlig gerecht werden.

Für die Entwicklungsgeschichte Breslauer Kirchendachstühle kommen vorwiegend mittelalterliche Dachkonstruktionen in Betracht, die der gotischen Bauperiode angehören.

Die Entwicklung der Konstruktionsgrundlagen ist mit dem Ausgang des Mittelalters sozusagen abgeschlossen. Die spätere Zeit hat bis in das 19. Jahrhundert die bis dahin ausgebildeten Dachwerke teils ohne Abänderung weiter verwandt, daneben aber auch neue Dachkonstruktionen mit den bereits vorhandenen Konstruktionselementen weiter ausgebildet, solange dieses Konstruktionsgebiet ausschließlich von den Baumeistern der Architektur behandelt wurde. So sind denn auch durch die Art der Vereinigung oft sehr zweckmäßige und vorbildliche Ausführungen geschaffen worden. Festigkeit und Beanspruchung wurden hierbei zu einem Einklang gebracht, den die Antike nie erreicht hatte.

Trotzdem Breslau als Kolonisationsstadt des Mittelalters durch seine vielfachen Handelsbeziehungen mannigfachen Beeinflussungen auch in der Zimmermannskunst unterworfen war, hat sich hier im Osten Deutschlands ein ganz eigenartig binderloses Dachwerk, rein urgermanischen Ursprungs, mit gleichwertig reich ausgezimmerten Gespärren entwickelt, welches diesem Gebiete eigentümlich ist, und sich sonst nirgends findet. In dieser Arbeit soll nun die konstruktive Entwicklung hinsichtlich der Längsverbindung (Windverband), losgelöst von der historischen, eingehend besprochen werden.

Konstruktive Vorentwicklung

1. Das Dachwerk des urtümlich germanischen Hauses

Die kegelförmige Hütte der Urzeit, die wohl die erste menschliche Behausung gewesen sein mag, bestand aus einer Reihe von Stämmen, die in den Boden eingegraben, sich als Sparren mit ihrem Ende aneinander, oder bei größeren Abmessungen an einen in der Mitte der kreisförmigen Fläche aufgestellten Baumstamm (Firstsäule) legten. (Tafel 1, Abb. 1) *).

Gesteigertes Raumbedürfnis lies zunächst die Hütte mit First und runden Walmen (Tafel 1, Abb. 2) und später den Eckbau mit rechteckigem Grundriß entstehen. Einen Unterschied zwischen Wand- und Deckenkonstruktionen kannte man noch nicht. Erst die Aufstellung von senkrechten Block- und Fachwerkwänden bedingte die Anwendung einer besonderen Dachkonstruktion. Statt der bisherigen einzelnen Firstsäule im Mittelpunkte, mußten deren zwei unter den Walmspitzen für die Walmsparren angeordnet werden und zwischen ihnen ein Firstbalken für die Sparren des nunmehr entstandenen Satteldaches**).

Die Sparren legten sich wahrscheinlich mit einem Ausschnitt auf den obersten Stamm der Block- oder Fachwerkwand und den Firstbalken und wurden dort durch Umschlingungen mit Weidenruten oder Bändern in ihrer Lage festgehalten. Mit dem Übergang von dem abgewalmten Dach zu dem Giebeldach konnten die seither nötigen Firstsäulen fortfallen. Die Sparren lehnten sich jetzt paarweise gegeneinander und setzten sich an ihrem Fußpunkt auf ein Rahmholz auf, das gleichzeitig als oberer Abschluß der Block- oder Fachwerkwand diente.

Zur Aufnahme des Sparrenschubes waren daher Ankerbalken erforderlich, die ursprünglich in gewissen Abständen unterhalb des Rahmholzes zwischen zwei gegenüberliegenden Pfosten angebracht waren, später aber unmittelbar über dassselbe hinaufrückten. (Tafel 1, Abb. 3)***). Bei größeren Spannweiten ordnete man infolge der schwierigen Verbindungsmöglichkeit des Sparrens mit dem Rahmholz häufig Kehlbalken oder gekreuzte Streben an, die dann die Aufgabe der Ankerbalken, den Sparrenschub aufzunehmen, zu erfüllen hatten. Vorausgesetzt, daß der Sparren im Treffpunkt mit dem Kehlbalken der Beanspruchung auf Biegung nicht nachgab, entstand ein vollkommen schubloses Sparrenpaar, so daß die Ankerbalken nur noch die Aufgabe hatten die Wände gegeneinander zu versteifen.

Diese Entwicklung war wohl schon in frühesten Zeiten des Mittelalters in Deutschland vor sich gegangen. Scheute man sich später bei größeren Abmessungen über steinernen

*) Die leges Bajuvariorum geben uns über solche allgemeinen Andeutungen hinaus einige weitere Anhaltspunkte für die Vorstellung des Hauses einer so frühen Zeit. Es sind im wesentlichen nur die in Monumenta Germaniae historica legum Tom. III pag. 308, 309 X 5—14 abgedruckten, oft angezogenen Strafbestimmungen. Für die Konstruktion des Daches ist daraus aber wenig mehr zu entnehmen, als daß Firstsäulen zu seiner Unterstützung vorhanden waren, deren Zerstörung mit dem höchsten Strafmaß belegt wird, und die also konstruktiv von großer Bedeutung gewesen sein müssen.
Dort ist die Rede von: ea columna, a qua culmen sustentatur, also jener Säule, durch die der First unterstützt wird; damit kann nur die Firstsäule, die den Firstbaum trägt, gemeint sein. Siehe Ostendorf Seite 2, als auch Gruber Seite 23.

**) Abb. 1 und 2 entnommen aus Gruber, Deutsche Bauern- und Ackerbürgerhäuser, Seite 22.

***) Abb. 3, gezeichnet nach Ostendorf Seite 4.

Kirchen und bei höherstehenden Konstruktionsgrundlagen den Sparren auf Biegung zwecks Aufnahme des Schubes zu beanspruchen, und wollte man ihn dann sogar zwischen Fußpunkt und First nicht mehr freitragend lassen, sondern unterstützen, so mußte die Konstruktion wesentlich verändert werden. Der unterste Kehlbalken sollte dann also nicht mehr die beiden Sparren eines Gespärres zusammenhalten, sondern gegeneinander abstreben, sollte also nicht mehr gezogen, sondern gedrückt werden. Dazu war nötig, daß die beiden Sparren schon an ihrem Fußpunkte gegeneinander unverrückbar festgelegt wurden.

Überträgt man nun diese am Holzhause entwickelte Konstruktion auf Steinbauten und zwar Kirchen, so mußte zunächst der Hauptwert auf die besondere Ausbildung des Sparrenfußes gelegt werden, um ein festeres Aufsitzen der Gespärre auf der Mauerkrone zu erzielen. Das Rahmholz, das jetzt seine Bedeutung als Abschluß der Fachwerkwand verloren hat, finden wir als Mauerlatte über den Steinbauten wieder. Der Ankerbalken, der bis unmittelbar über das Rahmholz des Holzhauses hinaufgerückt war, wird bei Steinbauten auf die dem Rahmholz entsprechende Mauerlatte mit Verkämmung aufgesetzt. Anfangs liegt der Ankerbalken zwischen den Gespärren, rückt aber mit der Zeit in die Ebenen der Gespärre und wird dadurch zum Dachbalken. Die Aufgabe der Ankerbalken, den Sparrenschub aufzunehmen bzw. die Wände gegeneinander zu versteifen, wurde jetzt den Mauern übertragen.

In Breslau ist diese Entwicklung bei den noch erhaltenen Dachstühlen über Kirchen genau zu verfolgen. In jedem Gespärre ist ein Dachbalken vorhanden, mit dem die Sparren durch Zapfen oder Versatzung und meistens außerdem durch Fußbüge verbunden sind; die Sparrenfußpunkte liegen also unverrückbar gegeneinander fest. Diese Fußbüge, an Sparren und Balken angeblattet, ist jetzt eigentlich ihrer früheren Funktion enthoben, da ja alle Gespärre einen Balken haben, und selbe wohl als Rudiment von jenen früheren balkenlosen, nur mit einem Sparrenfuß versehenen Gespärren beibehalten worden ist.

2. Der romanische Dachstuhl

Für die Herleitung der Konstruktion des mittelalterlichen Dachwerks müssen wir zwei Quellen annehmen, eine germanische und eine römische. Das einfache Dachwerk des urtümlich germanischen Hauses und das an mächtigen Saal- und Tempelbauten ausgebildete der Römer finden in ihm ihre Entwicklung oder Fortsetzung.

Aus romanischer Zeit, also ungefähr bis zum Jahre 1225, bis zu welchem Zeitpunkt sich die romanische Baukunst in Deutschland hielt, haben sich in Breslau weder Dachwerke über Kirchen, noch solche über Profanbauten erhalten.

Wir wollen uns daher auf die wesentlichsten Hauptmerkmale seiner Entwicklung beschränken, welche wir an den wenigen in Deutschland noch erhaltenen Dachwerken dieser Zeit verfolgen können.

Die Konstruktion des romanischen Dachstuhls hat sich in Anlehnung an die beim germanischen Wohnhausbau gebräuchliche Dachausbildung über Steinbauten entwickelt und besteht aus lauter gleichgebildeten, sehr einfachen Gespärren. Zunächst fehlt das Dachgebälk, doch liegt meistens unter Dachanfang ein vollständiges, den einzelnen Gespärren entsprechendes Zwischengebälk. Die Kehlbalken, die den Sparren bündig angeblattet sind, zeigen in der Form ihres Blattes, daß sie dazu bestimmt sind, Zug- und

Druckspannungen aufzunehmen. Der Sparrenfuß ist in der für diese Zeit bei balkenlosen Gespärren üblichen Art ausgebildet: Ein kurzes, wagrechtes Balkenstück, welches in seiner Länge der Mauerbreite entspricht, ist an seinem einen Ende mit dem Sparren überblattet und trägt am anderen Ende zur Versteifung der Auflagerkonstruktion ein kurzes senkrechtes, dem Sparren angeblattetes Fußholz. Der Fußpunkt ist fast stets bis zur Schalung eingemauert. Diese feste Einmauerung des Sparrenfußes weist schon auf die Aufgabe hin, die den Außenmauern zugedacht ist, nämlich die Aufnahme des ganzen Horizontalschubes. Die Kehlbalken haben nur noch den Zweck, die Sparren gegeneinander zu versteifen, sie werden also auf Druck beansprucht.

Die Kirchen erhalten in spätromanischer Zeit meist ein auf Mauerlatten*) ruhendes vollständiges Dachgebälk**). Dieses wird zur Befestigung der flachen Decke angeordnet und außerdem zur Unterstützung der Sparren durch seitlich schrägliegende Pfosten herangezogen. Das bisher senkrechte Fußholz rückt nämlich bei größeren Spannweiten immer mehr nach innen, wird zum schrägen Pfosten und ist typisch für das romanische Kirchendachwerk.

Bei der großen Fülle an vorhandenen starken Bauhölzern wurde die Festigkeit der Dachstühle in romanischer Zeit mehr durch starke Maßverhältnisse gewonnen als durch Konstruktionen, welche den besonderen Eigenschaften des Baustoffes und der vorliegenden Aufgabe entsprochen hätten.

Mit dem Auftreten der Gotik, in welcher der Spitzbogen wie überhaupt die vertikalen Bestrebungen dieser Bauweise auch eine große Höhenentwicklung verlangten, wurden die Dachflächen sehr steil gehalten, ein Umstand, welcher eine von dem alten Basilikendachstuhl völlig abweichende Konstruktion zur Folge haben mußte.

---

*) Die Mauerlatte weist hier, jedenfalls unter dem Einfluß der ihr beim Holzbau entsprechenden Schwelle, noch starke Abmessungen auf, obwohl sich ihre Bedeutung gegenüber der Schwelle des Holzhauses vermindert hat. Nur in den balkenlosen Gespärren hat sie die frühere Aufgabe, den Sparrenschub aufzunehmen, beibehalten.

**) Als später die Kirchen gewölbt wurden, behielt man häufig das vollständige Dachgebälk, das jetzt überflüssig gewesen wäre, aus alter Gewohnheit bei. Wenn nun die Gewölbe in den Dachraum einschnitten, konnte man die Dachbalken nur zwischen je zwei Gewölbekappen anordnen und versah die übrigen Gespärre mit einer Auflagerkonstruktion, wie sie bei balkenlosen Dachwerken gebräuchlich war. Diese Ausbildungsweise findet sich aber in späterer Zeit auch über solchen Kirchen, bei denen die Gewölbe nicht in den Dachraum einschneiden, vielleicht aus Überlieferung, weniger aber in der Absicht, Holz zu sparen.

Kehlbalkendächer

1. Bildung des Längsverbandes durch Schalung, Lattung und Windrispen

Infolge der Verwendung steilerer Dächer wurden in gotischer Zeit die Sparren weniger auf Biegung, dagegen mehr auf Druck beansprucht. Eine Unterstützung zwecks Entlastung war also weniger nötig als eine Befestigung, die ein Durchbiegen verhinderte; und gerade dies war leicht durch Anwendung von Kehlgebälken zu erreichen. Bei nicht allzugroßen Spannweiten wird also eine Konstruktion, die aus Dachbalken, Kehlbalken und Sparren besteht, den obigen Forderungen genügen. Die statische Wirkung ist folgende: Die Kehlbalken verstreben die Sparren gegeneinander, verhindern also deren Durchbiegung. Die ganze Belastung dagegen wird von den Sparren, welche zu diesem Zwecke besonders stark bemessen sind, nach den Auflagern übertragen, wo die Vertikalkräfte unmittelbar von dem Mauerwerk und die Schubkräfte durch Vermittlung der Mauerlatten von den Ankerbalken aufgenommen werden.

Ein derartiges Dachwerk, das in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts entstanden sein mag und der ursprünglichen Konstruktionsart sehr nahe steht, trägt das Langhaus der MAURITIUSKIRCHE (Tafel 2).

Die im Abstande von 1,10 Meter aufgestellten, vollkommen gleichen Gespärre wurden infolge der steileren Dachneigung und der hierdurch bedingten größeren Höhe mit drei Kehlgebälken versehen. Da ein Gewölbe vorhanden ist, wurde die Balkenlage überflüssig, und so zeigen denn die Gespärre die bereits in romanischer Zeit gebräuchliche Dreiecksfußverbindung, die auch in gotischer Zeit stets zur Anwendung gelangt und von jetzt ab nur noch selten eingemauert ist. In größeren Abständen, jedoch ohne regelmäßige Wiederholung, befinden sich zwischen den einzelnen Gespärren durchlaufende Ankerbalken, welche auf die Mauerlatten mit Verkämmung aufgesetzt, dieselben gegen den Schub der Gebinde zusammenhalten.

Die Längsverstrebung wird fast nur durch die Schalung und Lattung bewirkt, vereinzelt sind auch Windrispen angeordnet, die mit den Sparren auf deren Innenseite überblattet sind. Die Wirksamkeit der Windrispen erklärt sich leicht dadurch, daß dieselben mit den Latten und Sparren in der Langseite des Daches Dreiecke bilden, die jene zu einer unverschieblichen Fläche machen.

Einen weiteren Schritt in der Entwicklung bringen uns die gegen Ende des 14. Jahrhunderts entstandenen Dachwerke der MAGDALENENKIRCHE (Tafel 3), der ELISABETHKIRCHE (Tafel 4) und der VINZENZKIRCHE (Tafel 5) insofern, als der Ankerbalken hier bereits in die Ebene der Gespärre gerückt ist und zum eigentlichen Dachbalken wurde.

Bei der großen Spannweite der Sparren begnügte man sich nicht mehr mit der Unterstützung von Kehlgebälken allein, sondern führte noch in einzelnen Gespärren schräge Pfosten ein, welche sich zur Versteifung mit den Kehlbalken in bündiger Überblattung überkreuzen. Den schrägen Pfosten fällt jetzt eine doppelte Aufgabe zu: Die auf Druck beanspruchten Kehlbalken zu unterstützen und gleichzeitig einen Teil der Dachlast von den Sparren auf das Dachgebälk zu übertragen.

Kommt bei diesen großen Spannweiten der Dachbalken noch eine derartig ungünstige Belastung durch Außenkräfte und Konstruktionsgewichte hinzu, so versteht es sich von selbst, daß die Holzstärken recht bedeutend werden müssen, selbst wenn eine Nutzlast nicht in Frage kommt.

Dieser ungünstigen Lastübertragung wollte man bei der Elisabethkirche einigermaßen dadurch steuern, daß man die in jedem vierten Gespärre sich wiederholenden kreuzenden Diagonalen auf eine Längsschwelle setzte, um auch die anderen Dachbalken zur Übertragung heranzuziehen.

Man beging hier denselben Fehler wie in der romanischen Konstruktionsweise, indem man für verschiedene Spannweiten das gleiche System zur Anwendung brachte und nur die Holzmaße veränderte, was bei größeren Spannweiten eine außergewöhnliche Bemessung verursachte; sodann aber — und dies war wohl der größte Übelstand —, daß die Übertragung der Belastung durch die schrägen Pfosten meist nach ununterstützten Stellen der Konstruktion erfolgte.

Die gleiche Konstruktionsweise zeigt uns der Dachstuhl über dem Hauptschiffe der ADALBERTKIRCHE (Tafel 6), der ältesten Kirche auf dem linken Oderufer, die ihren verschiedenen Bauzeiten entsprechend Dachkonstruktionen von verschiedenem Alter aufzuweisen hat. Derselbe besteht aus zwei verschiedenen Gespärren und deutet in dieser Ausführungsart den später sich geltend machenden Unterschied von Haupt- und Leergebinden bereits an. Zwischen je zwei Gespärren mit durchgehendem Binderbalken und gleicher Konstruktion befindet sich ein balkenloses, im oberen Teile durch gekreuzte Streben versteiftes Gebinde, dessen Stichbalken mit den durchlaufenden Balken der benachbarten Gespärre durch einen Wechsel verbunden ist.

Eine sehr interessante und zugleich kühne Konstruktion dieser Entwicklungsperiode stellt das Dachwerk der KATHARINENKIRCHE dar (Tafel 7).

Die in einer Entfernung von 90 cm aufgestellten Gespärre besitzen drei Kehlgebälke, verwenden jedoch in sehr vorteilhafter Weise in jedem sechsten Gespärre gekreuzte Diagonalstreben und beseitigen dadurch einen Mangel, der sich bei den vorher besprochenen Dachwerken besonders bemerkbar gemacht hat. Die ganze Anordnung zeigt jene augenfällige Regelmäßigkeit, welche an den in damaliger Zeit vorherrschenden Gebrauch des Zirkels erinnert. Auf die Bildung von unverschiebbaren Dreiecksformen, wodurch geometrische Bestimmtheit gewährleistet wurde, ist eine ganz besondere Rücksicht genommen.

Die nachteiligen Folgen des hier angewendeten Konstruktionsverfahrens sowie der höchst unzureichenden Längsverstrebungen durch die mit den Sparren auf der Innenseite und teils auf deren Außenseite überblatteten Windlatten, oder sogar nur durch Schalung und Lattung allein, haben denn auch später bei der Mauritius-, Elisabeth- und Katharinenkirche den Einbau von Hängewerken und bei der Magdalenen- und Adalbertkirche den seitlicher Stuhlwände notwendig gemacht.

Diesen Mangel der Konstruktion suchte man nicht durch sinnlose Anhäufung von Holz zu ersetzen, sondern erkannte, daß eine Weiterentwicklung nur durch Änderung des Systems möglich sei. Man ging nun dazu über, die Stärke der Holzverbindungen durch entsprechende Kombinationen zu ersetzen und die Lasten auf geeignete Weisen dorthin zu bringen, wo eine Unterstützung vorhanden war, und dies war bei den Kirchendächern nur an den Auflagern.

Die Wege, die zu diesem Ziele führten, waren verschiedene. Soviel nun das Dachgebälk

für die späteren deutschen Dachwerke an Bedeutung gewonnen hat, ebensoviel mußten die Mauerlatten naturgemäß an Bedeutung verlieren. Sie dienten, selbst durch Ankerbalken zusammengehalten, im balkenlosen Dachwerk den ihnen mit dem Fuß aufgekämmten, auseinander strebenden Gespärren als unverrückbares Auflager. Auch als später die wagrechten Hölzer der Sparrenfüße von einem zwischen zwei Ankerbalken eingelegten Wechsel aufgenommen wurden, nahm ihnen dieser doch nicht ihre Funktion ab. Sie nahmen auch dann noch den Schub der Gespärre auf, und daher erfolgte die Verbindung der Sparrenfußhölzer mit dem Wechsel durch einfache Verzapfung, nicht durch Anblattung oder Durchzapfung und Verkeilung, wie es notwendig gewesen wäre, wenn der Wechsel die Gespärre zusammenhalten sollte. Wurde aber das Dachwerk mit einem vollständigen Dachgebälk ausgestattet, so hatten die Mauerlatten keine wesentliche konstruktive Bedeutung mehr; sie verloren dann zum Dachwerk selbst jedes Verhältnis und dienten nur noch dem Dachgebälk, wie anderen Gebälken, als bequem einzurichtendes Auflager. So finden wir sie denn auch später auf ein Holz von mäßiger Stärke reduziert.

2. Bildung des Längsverbandes durch eine in der Mittelebene des Dachwerks errichtete Fachwerkswand

Bei größeren Spannweiten war diese Konstruktion ohne Zwischenunterstützung der Gebälke nicht mehr ausreichend, und so war denn der nächste Schritt der Entwicklung der, daß man vor allem die Dachbalken und auch die meist sehr langen unteren Kehlbalken durch Mittelsäulen unterstützte*).

Man kam daher schon früh und zunächst wohl über Kirchen darauf, senkrechte Hölzer in einzelne Gespärre fest einzufügen, die dann mit den entsprechenden der Nachbargespärre (also senkrecht zur Gespärrebene) durch Riegel und Streben, wie die senkrechten Stiele einer Fachwerkwand, zu einer starren Wand verbunden werden konnten. Damit war dann jedes Gespärre gegen seine beiden Nachbargespärre festgelegt.

Da man mit dem senkrechten Holz den ohnehin durch sein Eigengewicht genug beanspruchten Dachbalken nicht belasten wollte, ordnete man es da an, wo es von beiden Sparren getragen werden konnte, nämlich in der Mitte. Die der Längsverstrebung wegen zwischen den Mittelsäulen angeordneten Riegel waren meist unmittelbar unter den Kehlbalken in die Mittelsäule eingezapft. Dieser Umstand führte nun bald zu einer Binderkonstruktion, und tatsächlich ist eine solche von eigentümlicher Art aus dem binderlosen ostdeutschen Dachwerk hervorgegangen.

Man brauchte nur in einzelnen Gespärren (den Leergespärren) die Mittelsäule wegzulassen, die Riegel von einer Mittelsäule durch mehrere Gespärre hindurch bis zur nächsten durchzuführen und unmittelbar unter die Kehlbalken zu legen. Sie wurden dadurch zu Pfetten, die man zum Tragen der Gebälke verwenden konnte.

Damit war der Übergang zu dieser nun in Mittel- und Süddeutschland fast ausnahmslos angewandten Binderkonstruktion hergestellt.

*) Bei Wohnbauten wird wohl schon in jener Zeit die in allen Gespärren angeordnete Mittelsäule als stehende Stuhlsäule ausgebildet worden sein, weil man die durch Unterzüge gestützten Dachbalken ohne weiteres damit belasten konnte. Bei Kirchen dagegen war eine solche Beanspruchung nicht möglich und der natürlichste Ausweg daher der, die Mittelsäule als Hängesäule auszubilden.

Man hat sich aber hier im Osten, im Gegensatz zu anderen Teilen Deutschlands, durch diese Konstruktion nicht dazu bestimmen lassen, die Holzstärken der Leergespärre geringer zu nehmen als die der Bindergespärre. Entsprechende Hölzer erhielten in allen Gebinden gleiche Stärke. Dieser außergewöhnliche große Aufwand an Holz ist mit dem Waldreichtum des Ostens zu erklären, zu einer Zeit, wo im Westen das Holz schon nicht mehr so reichlich vorhanden war. Mit Einführung dieser Binderkonstruktion sind bei Kirchen die Hängekonstruktionen die vorherrschenden geblieben, und die Verwendung derselben war durchaus gerechtfertigt; denn sie ermöglichten es, nicht nur eine Belastung der Dachbalken zu vermeiden, sondern sogar eine Entlastung derselben zu erzielen.
Eine solche Dachausbildung besitzen wir in dem Dachstuhl über dem einschiffigen dreijochigen Langhaus der CHRISTOPHORIKIRCHE (Tafel 8), der wohl in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts entstanden ist.
Die Bindergespärre besitzen durchgehende Dachbalken, die mittels zweier Fußbügen von den Hängesäulen getragen werden, die Leergespärre dagegen nur Stichbalken und das zur Sicherung der Fußverbindung nötige senkrechte Fußholz. Der Hauptunterschied bei diesem Konstruktionssystem liegt in der Einführung einer zweckmäßigen Unterstützung der Kehlbalken durch Riegel zwischen je zwei Säulen benachbarter Gespärre, wodurch ein energischer Verband nach der Länge des Dachwerkes gewonnen wurde und sich zugleich eine Scheidung von Haupt- und Leergebinden ergab. Durch zwei sich kreuzende, den Riegeln und Hängesäulen angeblattete Streben wird die Längsversteifung wirksam unterstützt.
Ein weiteres Beispiel dieser Entwicklungsstufe zeigt uns die KREUZKIRCHE*) (Tafel 9, 10). Dieselbe ist eine dreischiffige Hallenkirche und trägt über dem Mittelschiff eine vereinfachte noch mittelalterliche Konstruktion dieser Art, welche als Reduktion des aufwändigen ostdeutschen Dachwerkes anzusehen ist.
Die Binder (Tafel 9) erscheinen in einfacher Art, mit Mittelsäule und vier mit ihr überblatteten Kehlbalken versehen. Ungünstig wirkt nur die Belastung des von der Hängesäule nicht getragenen Dachbalkens durch die Schwelle, die nur zum Zwecke des Längsverbandes angeordnet ist.
Die östlich vom Querschiff über dem Chor liegenden Binder**) (Tafel 10) zeigen außerdem unten jederseits ein Paar gekreuzte Hängebänder, welche die Bindersparren und den untersten Kehlbalken in ihrer Aufgabe, die Mittelsäule zu tragen, unterstützen. Die Hängesäule ist auch hier in der darunterliegenden Schwelle eingezapft, um Seitenschwankungen zu verhüten. Zwischen den Mittelsäulen der Binder, die 4,15 Meter von einander entfernt, wird eine Verstrebung jedesmal durch zwei Paar gekreuzter Streben bewirkt. Über den einzelnen Jochen der Seitenschiffe liegen, mit dem First senkrecht zur Firstrichtung des Hauptdaches, kleine abgewalmte Satteldächer. Diese schließen an das Hauptdach an, indem den durchlaufenden Sparren des letzteren Schiftbohlen aufgenagelt oder aufgekämmt worden sind, auf denen die Sparren des letzten kleinen Gespärres aufsetzen. Ebenso sind für den Anschluß des Kreuzschiffdaches, welches ebensohoch wie das des Mittelschiffes ist, dem ohne Unterbrechung oder Auswechslung über die Vierung hinweggeführten Dachwerk des letzteren, Schiftbohlen aufgenagelt

*) Siehe Ostendorf, die Geschichte des Dachwerks, Seite 27.

**) Der sich durch niedrigere Bedachung vom Hauptbau absetzende einschiffige Mönchschor der Dorotheenkirche besitzt die gleiche Konstruktion.

worden, auf welche die unvollständigen Gespärre des Kreuzschiffes aufgeschiftet worden sind. In der Achse des Kreuzschiffes liegt ein Mittelschiffbinder, und so konnte die mittlere Längsverstrebung des Kreuzschiffdaches mit diesem Binder in Verbindung gebracht werden. Wie hier, so ist in der Regel der Anschluß verschiedener Teile eines Kirchendachwerks aneinander bewerkstelligt worden.

Die Verbindung der Mittelsäule mit den Sparren am First genügte jedoch allein nicht, um diese mit ihren Riegeln und Streben zu tragen; deshalb wurden schräge Hängehölzer von der Mittelsäule nach den Sparren hin angeordnet, die dem Sparren meistens an günstiger Stelle, wo er durch die Kehlbalken abgespreizt war, angeblattet wurden. Hierdurch wurde die Mittelsäule in den Stand gesetzt, die langen unteren Kehlbalken, ja sogar die Dachbalken in der Mitte zu tragen.

Das Grundschema aller mittelalterlichen Dachkonstruktionen: Flächenbildung mittels Dreiecksabschlüssen, blieb hierbei unverändert.

Derartige Dachausbildungen, welche in ihrer weiteren Entwicklung das 15. Jahrhundert nahezu beherrschten, sind uns in zahlreichen Beispielen erhalten geblieben; so zunächst über dem Querschiff der ADALBERTKIRCHE (Tafel 11) und dem der GYMNASIALKIRCHE (Tafel 12), sowie über dem Nordflügel des RATHAUSES (Tafel 13) und der Taufkapelle zu ST. BERNHARDIN (Tafel 14).

Sie verwenden eine Binderkonstruktion mit mittlerer Hängesäule. Bei der erhöhten Beanspruchung, die diese jetzt durch Aufnahme der teilweisen Belastung der Leergespärre erfährt, begnügte man sich mit ihrer Befestigung an Sparren und oberen Kehlbalken nicht mehr, sondern ordnete seitliche Hängebänder an, die ziemlich tief an der Mittelsäule angreifen und über dem zweiten und dritten Kehlgebälk den Bindersparren angeblattet sind. Die Hängebänder greifen, ihrer Zugbeanspruchung entsprechend, sowohl in die Mittelsäule als auch in die Sparren mit einem schwalbenschwanzförmigen Blatt ein. Die vorhandene Mittelschwelle ist nur der Sicherheit halber angeordnet und dazu bestimmt, beim Nachgeben der Konstruktion die Lasten der Hängesäule sowohl auf den Binderdachbalken, als auch auf die Dachbalken der Leergespärre zu verteilen und wird außerdem zur Aufnahme der Längsverstrebung ausgenützt. Die Belastung, welche die Hängesäule durch das Gewicht der Kehlgebälke in den Leergespärren erfährt, wird zum Teil durch die Binderkehlbalken und teils durch die Hängebänder nach den schon durch die gesamten Außenkräfte belasteten Bindersparren geleitet. Diese haben daher besonders im unteren Teile beträchtliche Druckbeanspruchungen auszuhalten und sind für diese Aufgabe reichlicher als die anderen Hölzer bemessen.

Die kräftige Befestigung der Mittelsäule nützte man auch hier aus, um den Dachbalken mittels zweier Fußbügen in der Mitte aufzuhängen.

Ein Dachwerk gleicher Art, nur mit überaus reich ausgezimmerten Gespärren versehen, finden wir über der BARBARAKIRCHE (Tafel 15), einer dreischiffig kreuzgewölbten Hallenkirche, der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts angehörend.

Während bei den vorher genannten Konstruktionen die Kehlbalken durchgehend und der Hängesäule bündig überblattet waren, sind dieselben hier, mit Rücksicht auf die Überblattung der Hängehölzer und der hierdurch verursachten bedeutenden Schwächung der Hängesäule, in die letztere eingezapft. Die ganze Konstruktion zeigt eine sehr sorgfältig ausgeführte Längsverstrebung, welche durch verschieden lange und sich kreuzende Schubstreben erzielt wird, aber den Eindruck der Überladung hervorruft.

Der Dachstuhl vereinigt in sehr sinnreicher Weise sämtliche Konstruktionselemente dieser

Zeit, und wir sehen in diesem Meisterstück deutscher Zimmermannskunst so recht den Abschluß einer Entwicklung, die ein ganzes Jahrhundert beherrschte.
Die gleiche Konstruktion, nur nicht so aufwändig ausgeführt, zeigt der Dachstuhl über dem früheren ANNENKLOSTER (Tafel 16).
Die überaus häufige Anordnung von Bindern, die in jedem dritten Gespärre auftreten, beweist, daß man zunächst noch die den einzelnen Konstruktionsteilen zufallende Aufgabe möglichst klein bemessen wollte, daß man es also hier mit einem der frühesten Beispiele, dem 14. Jahrhundert angehörend, zu tun hat.
Eine der schönsten gotischen Dachkonstruktionen trägt das RATHAUS (Tafel 17). Das Dachwerk gehört der Mitte des 15. Jahrhunderts an und zeigt, daß solche Hängekonstruktionen auch über Profanbauten zur Ausführung gelangten. Infolge der recht bedeutenden Abmessungen reichte zur Unterstützung der Gebälke eine mittlere Aufhängung nicht aus, und man verwendete daher eine doppelte Hängewerkskonstruktion mit seitlichen, von Sparren, Kehlbalken und diesen vorteilhaft überblatteten Hängehölzern getragenen Säulen, welche schräg gestellt, recht günstig in der Nähe des mittleren Auflagers auf den mit Schwellen versehenen Dachbalken aufsetzen. Sämtliche Kehlbalken der Leergebinde, durch unmittelbar darunterliegende Riegel unterstützt, geben unter Hinzuziehung von den sich kreuzenden Strebebändern und Fußbügen der ganzen Konstruktion eine äußerst solide und zweckmäßige Längsverstrebung.
Das Bauwerk, welches in der Bemessung seiner Hölzer äußerst leicht gehalten ist, vereinigt in sehr vorteilhafter Weise zwei Forderungen unserer Zeit, nämlich, die des geringen Materialaufwandes und die einer großen Standsicherheit. So ist es denn, wie das Rathaus in seiner baulichen Erscheinung selbst, eine Perle gotischer Baukunst.
Bei allen diesen Konstruktionen war nun die Mittelsäule sowohl der Längsverstrebung wegen da, vor allem aber, um die Unterzüge für die Kehlbalken der Leergespärre aufzunehmen und die Dachbalken in der Mitte aufzuhängen. Im Verlauf der weiteren Entwicklung legt man auf die Längsverstrebung in der Mitte nicht mehr großes Gewicht. Man suchte vielmehr bei größeren Konstruktionen eine kräftige Längsversteifung des Daches an den Seiten herbeizuführen durch Anordnung von seitlichen Säulen, welche mit ihren Riegeln, Streben und Pfetten die mittlere Längsverbindung im unteren Teile zwischen der seitlichen überflüssig machten, wie ja überhaupt die mittlere Längsversteifung in der oberen Hälfte eines Dachwerks wirksamer ist als in der unteren. Folglich fiel sie fort, zumal man dadurch Holz sparte und Raum gewann.

3. Bildung des Längsverbandes durch Anordnung zweier seitlich senkrechter Fachwerkswände

Die Nachteile des Hängewerks, die vor allem darin bestanden, daß man die Innenlasten auf einem zu großen Umwege nach den Auflagern leitete und dadurch meist sehr umfangreiche Zwischenkonstruktionen nötig hatte, führten bald dazu, einen natürlicheren und kürzeren Weg für die Kräfteübertragung zu suchen, und dazu bot die am Wohnbau entwickelte Konstruktionsweise des stehenden Stuhles ein geeignetes Vorbild.
Man brauchte ja nur auf irgendeine Weise die Binderbalken stark zu machen und konnte dann den stehenden Stuhl auch bei Kirchendachwerken anwenden.

Die Kirchendachwerke mit stehendem Stuhl lassen sich danach in zwei Gruppen einteilen: Bei der ersten sind die Binderbalken infolge ihrer geringen Spannweite oder entsprechender Dimensionierung allein stark genug, die Last der Stuhlsäulen aufzunehmen, während bei der zweiten eine Hilfskonstruktion nötig ist. Bei Wohnhausdachwerken richtete sich die Verwendung des einfach oder doppelt stehenden Stuhles nach der Zahl oder Lage der vorhandenen Unterzüge. Bei Kirchen dagegen schritt man infolge der sicheren Verbindungsmöglichkeit der einzelnen Konstruktionsteile, die sich bei der seitlichen Anordnung der Stuhlsäulen ergab, meist zur Anwendung des doppelt stehenden Stuhles. Infolge der großen Vorteile, die sich durch Verwendung des stehenden Stuhles für die Kräfteübertragung ergaben, wurden selbst bei Kirchendachwerken die seither gebräuchlichen Hängewerkskonstruktionen bald verdrängt. Wenn auch das Dachgebälk an sich oft größere Holzstärken verlangte als früher, so ist doch infolge der einfacheren Ausführungsmöglichkeit der übrigen Teile wohl stets eine Ersparnis an Holz erzielt worden. Bei größeren Spannweiten wiederholt sich die Konstruktion des stehenden Stuhles auch in den oberen Geschossen. Die Stuhlsäulen stehen dann entweder genau übereinander, oder sind in jedem Stockwerk an das Ende des zu tragenden Kehlgebälks gerückt.

Im ersten Falle wird die Last der oberen Stuhlsäule unmittelbar auf die andere übertragen, während bei der zweiten Art, bei der bereits eine Geschoßteilung in der Dachkonstruktion eintritt, die Übertragung erst durch Übermittlung der meist nur schwachen Binderkehlbalken erfolgen kann.

Die statische Aufgabe der Sparren ist gegen früher bedeutend geringer geworden. Vor allem ist der Unterschied zwischen den Sparren der Binder und denen der Leergespärre verschwunden, weil Innenlasten für die Bindersparren überhaupt nicht mehr in Frage kommen. Selbst ein großer Teil der Außenlasten wird jetzt durch Vermittlung der Kehlbalken und Pfetten von den Stuhlsäulen aufgenommen.

Ein Beispiel der ersten und wohl älteren Art ist in Tafel 18, dem Dachwerk der Elisabethkirche*), dargestellt. Die bedeutende Höhe erforderte vier Kehlbalkenlagen übereinander: Die beiden unteren sind durch je zwei kräftige Stuhlsäulen unterstützt, die über beide Geschosse hinweg in einem Stück durchgeführt und mit den Kehlbalken überblattet sind, wodurch sich eine bedeutend erhöhte Festigkeit der Konstruktion ergibt.

Diese Ausbildungsweise hat der zweiten Art gegenüber den weiteren Vorteil, daß eine Belastung der Binderkehlbalken durch die Stuhlsäulen vermieden wird; allerdings wird der Dachbalken hierbei ungünstiger beansprucht, weil die Stuhlsäulen in viel größerer Entfernung auftreffen als dort.

Man suchte daher durch eine besondere Abstrebung der Stuhlsäulen eine Entlastung der Binderbalken herbeizuführen, die aber in dieser Ausführungsart den großen Nachteil hatte, daß die von Außenlasten schon stark beanspruchten Bindersparren noch durch das Gewicht der Innenkonstruktion belastet wurden.

Die mittlere Säule im dritten Geschoß, von den Sparren unmittelbar durch angeblattete Hängebänder getragen, ist mit Riegel, Pfette und Schwelle wohl nur des Längsverbandes wegen da.

Kopf- und Fußenden der Vertikalhölzer sind des besseren Querverbandes wegen mit angeblatteten Winkelbändern versehen.

*) Durch den im Jahre 1649 erfolgten Einsturz der südlichen Arkadenwand wurde ein Teil des in Tafel 4 dargestellten Dachstuhles der Elisabethkirche zerstört und in dieser Weise wieder ergänzt.

Ein diesem Dachwerk im System gleichgebildetes stellt der Dachstuhl der MARTINI-KAPELLE dar (Tafel 19). Auch hier wurde von den genau übereinanderstehenden Stuhlsäulen Gebrauch gemacht, die unter Vermittlung eines Rahmholzes das zweite, an die Sparren angeblattete Kehlgebälk unterstützen. Durch eine weitere Kehlbalkenanordnung unter Zuziehung sehr langer sich kreuzender Schwertstreben in den Bindergespärren gewinnt diese ganze Partie mit ihrer vielfachen Dreiecksbildung den Charakter der ältesten Dachkonstruktionen. Auch in diesem Beispiel trifft vielleicht nicht die ganze Last der Stuhlsäulen das Dachgebälk, denn die Art der Abstrebung läßt vermuten, daß man die beiden oberen Kehlbalken zum Tragen heranziehen wollte. Die Sparren setzen hier, trotzdem ein Dachgebälk vorhanden ist, ja sogar ihre Anzahl der der Dachbalken entspricht, auf einer auf dieses Gebälk verlegten Sparrenschwelle auf. Diese Konstruktionseigentümlichkeit ist ein Rudiment, das ohne die Voraussetzung jenes urtümlichen Dachwerks schlechterdings nicht zu erklären sein dürfte.

Um bei größeren Kirchendachwerken die Binderbalken nicht allzu aufwändig ausbilden zu müssen, war die Anordnung des stehenden Stuhles nur durch Verwendung einer Hilfskonstruktion möglich.

Ein sehr einfacher und auch guter Ausweg war nun bisher der, daß man auf das Dachgebälk Längsschwellen auflegte, auf welche sich die Stuhlsäulen aufsetzten. Dadurch erreichte man, daß die Last, die seither nur dem Binderdachbalken zugefallen war, auch auf die Balken der Leergespärre übertragen wurde. Dies hatte nun zur Folge, daß der Binderbalken zwar entlastet wurde, aber dafür bedeutend kräftigere Balken in den Leergespärren nötig waren.

Um daher die Biegungsbeanspruchung der Binderbalken zu vermeiden, ohne andere Konstruktionsteile in Mitleidenschaft zu ziehen, so konnte dies nur dadurch geschehen, daß den stehenden Stuhlsäulen schräge, den Sparren parallellaufende Streben überblattet wurden, die möglichst nahe am Auflager auf das Dachgebälk auftrafen. Man konnte jetzt sogar den Binderbalken durch Aufhängung an die in ihrem unteren Teile als Hängesäule wirkenden Stuhlsäulen eine Unterstützung zuteil werden lassen. Mit dieser Ausbildungsweise gelangte man zur letzten Entwicklungsstufe des stehenden Stuhles, dem verstrebten stehenden Stuhl.

Der verstrebt stehende Stuhl war ohne Hilfskonstruktion nur so lange anwendbar, als die Gebälke eine weitere Unterstützung nicht verlangten.

Konnten sich aber dann die nur seitlich aufgelagerten Gebälke nicht mehr freitragen, — und das geschah vor allem bei den unteren Kehlbalken, die im Vergleich zu den Dachbalken trotz ihrer nur wenig kleineren Spannweiten meist bedeutend geringere Holzstärken erhielten —, so war die Anordnung von Mittelpfetten, die nur durch eine Hängewerkskonstruktion getragen werden konnten, erforderlich.

Die Hängesäule hatte also zunächst nur den Zweck, die Mittelpfetten für die Kehlgebälke aufzunehmen, wird aber gleichzeitig dazu herangezogen, den durch die Stuhlsäulen belasteten Binderbalken zu tragen.

Die Dachbalken der Leergespärre sind dagegen, solange sie keine Deckenlast zu tragen hatten, fast stets ohne Unterstützung geblieben.

Eines der frühesten Beispiele dieser Abstrebung zeigt das zu Beginn des 15. Jahrhunderts errichtete Dachwerk über dem Hauptdach der GYMNASIALKIRCHE (Tafel 20). Die Mittelsäule erfährt hier eine beträchtliche Vermehrung der Belastung dadurch, daß sie außer den beiden Kehlbalkenlagen auch einen wesentlichen Teil des Dachgebälks zu

tragen hat. Allerdings wird sie in dieser Aufgabe durch die beiden seitlichen Stuhlsäulen, die sich in jedem Binder wiederholen, unterstützt. Diese sind dann wieder durch überblattete Streben aufgehängt, wirken daher in ihrem unteren Teile als Hängesäule, und belasten somit kaum die Binderbalken.

Die Anordnung von Schwellen, auf denen die Stuhlsäulen aufsetzen, beweist jedoch, daß man die Streben noch nicht für stark genug hielt, die Belastung der Stuhlsäulen allein aufzunehmen, und daß man versuchte, einen Teil ihrer Last durch Schwellen auf die Dachbalken der Leergespärre zu übertragen.

Die Konstruktion stellt also einen Versuch dar, durch Anordnung schräger, nach dem Auflager führender Streben die Stuhlsäule und damit die Dachbalken zu entlasten.

Als weiteres Beispiel, das von der Entlastung der Stuhlsäulen durch Abstrebung Gebrauch macht, sei das in Tafel 21 dargestellte Dachwerk über dem Hauptschiff der CORPUS-CHRISTI-KIRCHE erwähnt. Die Konstruktion setzt sich, durch zwei Kehlbalkenlagen horizontal unterteilt, aus drei selbständigen Geschossen zusammen, die infolge Durchführung der ungestoßenen Stuhlsäulen fest untereinander in Verbindung stehen. Die Last der letzteren wird durch einen Hängebock, zu dessen Bildung die Stuhlsäulen herangezogen und sehr geeignet sind, da sie in fast gleichen Abständen unter sich und von den Auflagern auftreffen, nach den Außenmauern übertragen. Die Säulen, durch zwei sich kreuzende und mit dem obersten Kehlbalken überblattete Streben gegeneinander versteift, sind als Doppelhölzer ausgeführt und umschließen in ihrem unteren Teile jene zwei Zangenhölzer, die zur Verankerung der Bindersparren dienen. Die Sparren selbst setzen nach uralter Gewohnheit auf einer den Binderbalken der Zwischengespärre aufliegenden Dachschwelle auf; die Gespärre sind also unabhängig von den Balken des Dachgebälks. Diese sonderbare Ausbildung des Sparrenfußes ist eines jener Elemente des urtümlichen Bauorganismus, welches spätere Dachwerke trotz der Einführung des Dachgebälks in die Konstruktion, aus der am Holzbau ausgebildeten und ohne Umbildung auf steinerne Bauten übertragenen Bauweise, aus solcher Entwicklung beibehalten haben. Der Binderbalken ist durch zwei konstruktiv zwecklose, überaus reich bemessene Überzüge belastet und wird zur Sicherheit gegen ein Setzen der durch die Innenkonstruktion belasteten Stuhlsäulen durch eine Art Sprengewerk gegen die Umfassungsmauern abgestützt.

Mit der Abstrebung der Stuhlsäulen war die Entwicklung des freitragenden, stehenden Stuhles beendet. Alle anderen mittelalterlichen Dachstühle dieser Art sind Vereinigungen bereits früher gebräuchlicher Konstruktionen.

Bei Anwendung des stehenden Stuhles in Verbindung mit einer Hängewerkskonstruktion konnte man aber häufig auf jede andere Zutat, also auch auf die Abstrebung der Stuhlsäulen verzichten. Die freie Länge des Binderdachbalkens war durch seine Aufhängung in der Mitte auf die Hälfte verkürzt, so daß man ihm die Lasten der seitlichen Stuhlsäulen zumuten konnte.

Ein Beispiel dieser Kombination ist das um das Jahr 1792 errichtete Dachwerk der SANDKIRCHE (Tafel 22). Die Langmauern des Mittelschiffes, die Dachbalken sämtlicher Gespärre unterstützend, sind sehr verständnisvoll mit in die Dachkonstruktion dieser dreischiffig, sechsjochigen Hallenkirche hineingezogen, indem dieselben die gesicherten Stützpunkte für die stehenden Stuhlsäulen, die Hauptkonstruktionshölzer des mächtigen Dachwerks abgeben, welches in seinem oberen Teile noch durch ein zweites Kehlgebälk durchzogen ist.

Das im Dachstuhl vorhandene Hängewerk mit seinen doppelten Hängesäulen gestattet es, sämtliche Kehlbalken der Haupt- und Leergebinde durch Mittelpfetten, sowie das Dachgebälk selber durch einen Unterzug zu unterstützen. Um die Holzstärken nicht zu sehr vergrößern zu müssen, führte man zur Entlastung des Sparrens ein nahe am oberen Ende der Hängesäule angreifendes Strebenpaar ein, welches die Last der Hängesäule, ohne das Kehlgebälk ungünstig zu beanspruchen, unmittelbar auf die darunter befindliche Stuhlsäule überträgt. Um den recht bedeutenden Horizontalschub eines so großen Daches unschädlich zu machen, schritt man zur Anordnung zweier Sturmstreben, die nahe am Kopfende der Stuhlsäulen sehr günstig in den Spannbalken eingreifen, und außerdem zur Zwischenunterstützung der Sparren herangezogen werden. Die Sparren, die in den früheren Beispielen durch ihre erhöhte Beanspruchung stets ganz bedeutende Abmessungen aufweisen, konnten hier bedeutend schwächer werden, da ihnen durch die Anordnung der Streben Lasten der Innenkonstruktion nicht mehr zufallen.
Die spezielle Anordnung der Stuhlsäulen, des Hängewerks, die allseitigen Quer- und Längsverstrebungen, welche die freien Balkenlängen in den Bindern stark reduzieren, sowie die Anordnung und Einkämmung der Seiten- und Mittelpfetten zwischen Kehl- und Spannbalken zwecks gemeinsamer Beanspruchung, zeugen von einem sehr umsichtigen Konstrukteur, welcher die ihm gestellte Aufgabe mit klarstem Verständnis zu lösen wußte.
Auch dieses Dachwerk ist mit seiner selbst in allen Einzelheiten so vorzüglichen Bearbeitung ein glänzendes Beispiel für die damals erreichte Blütezeit der Zimmermannskunst. Alle Vorteile, die sich beim Zurechthauen der Hölzer ergeben konnten, sind in zweckmäßiger Weise ausgenützt und alle überflüssigen Holzteile zur Verminderung der Konstruktionslast vermieden. Es ist daher verständlich, daß sich dieses aus bestem Eichenholz erbaute Dachwerk bis heute vollkommen unversehrt erhalten hat.

Mit der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts trat in Deutschland die Form der Hallenkirchen überall in den Vordergrund, wobei größtenteils alle drei Schiffe auf gleiche oder nahezu gleiche Höhe eingewölbt wurden. Selbst bei nicht unbedeutenden Abweichungen in den Höhen erhielten solche Kirchen ein enorm großes Dachwerk, und es ergaben sich hierbei Gebälkanlagen, die Hölzer von oft mehr als 25 Meter Länge erforderten.
Dies führte nun bei dem mächtigen Dachwerk über dem dreischiffig, fünfjochigen Langhaus der DOROTHEENKIRCHE (Tafel 23) zu einer eigenartigen Verquickung der älteren und jüngeren Konstruktion, die es ermöglichte, den 26,40 Meter langen Sparren auf zwei Teillängen zu reduzieren.
Als hauptsächlichstes Konstruktionselement erscheinen auch hier die seitlich stehenden Stuhlsäulen, welche mit ihren Fußenden auf Längsschwellen stehend, oben am Kopfende jene zwei Dachrähme tragen, auf denen sich der Binderkehlbalken, den Abschluß des vierten Geschosses und zugleich den des Systems bildend, mit Verkämmung aufsetzt. Dieser wieder nimmt nun den hier unterteilten Sparren auf, trägt andererseits die seitlichen Auflagerpfetten für den darüber befindlichen Dachstuhl älteren Systems, und stellt endlich durch bündige Anblattung an die Hängesäule die Verbindung beider selbständigen Dachabschnitte her. Diese hohen kräftigen Stuhlsäulen sind unter sich durch die sorgfältigste Verspannung mittelst Riegel, Spannbalken, Zangenhölzer, Kehl-

balken und Kopfbändern ausreichend verbunden und nehmen seitwärts jene nur in den Leergespärren angebrachten Kehlbalkenstiche auf, die den Sparren schwalbenschwanzförmig angeblattet und den Riegeln aufgekämmt sind.

Der Sparrenfuß ist zur Versteifung der Auflagerkonstruktion mit dem für balkenlose Dächer angeblatteten senkrechten Fußholz versehen und besitzt nur durchgehende Binderbalken, während die Leersparren auf Stichgebälk aufsetzen, welches wieder den Mauerlatten der Mittelschiffmauern aufgekämmt ist.

Die Mauerlatten selbst, die hier den bedeutenden Sparrenschub der balkenlosen Zwischengespärre aufzunehmen haben, werden durch Ankerbalken zusammengehalten, die, mittelst Keilen von Mauer zu Mauer verspannt, den ihnen aufgekämmten auseinander strebenden Gespärren als unverrückbares Auflager dienen (Tafel 24).

Durch zwei kräftige, den Sparren parallele und den Kehlbalken überblattete Sturmstreben ist für eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen seitliche Verschiebung Rechnung getragen worden. Die beiden unmittelbar über den Mittelschiffmauern errichteten verstrebten Fachwerkswände bilden ein sicheres Auflager für den oberen Teil der Konstruktion und geben überdies in Verbindung mit der aus Hängesäule, Pfetten und gekreuzten Streben gezimmerten Mittelwand einen äußerst wirksamen und energischen Längsverband ab.

Die handwerkliche Ausführung des vollständig intakt gehaltenen Riesendachstuhles ist eine ganz vorzügliche; auch die Mannigfaltigkeit der Spezialverbindungen läßt sich hier anderen älteren Dachkonstruktionen gegenüber feststellen. Vielfache Zapfenverbindungen, Verkämmungen und Keilverbindungen sowie Überblattungen und besonders Nagelungen aus Eichenholz mit verziert geschnittenen Köpfen lassen überall die geschickte Hand des Zünftlers erkennen.

Das Gewicht der Innenkonstruktion — und das ist der wesentliche Unterschied gegen früher — belastet die Sparren nicht mehr und wird jetzt durch die Stuhlsäulen auf die Zwischenwände oder wo solche fehlen durch Verbindung des Binderdachbalkens auf die Außenmauern übertragen. Die Sparren dagegen erhalten nur noch Außenkräfte, und auch diese nur zum Teil, da die Kehlbalken auch einen beträchtlichen Teil dieser Beanspruchung aufnehmen.

4. Bildung des Längsverbandes durch Anordnung zweier seitlich geneigter Fachwerkswände

Der größte Nachteil, nämlich die ungünstige Belastungsübertragung der stehenden Stuhlsäulen bei Kirchendächern, war durch Verwendung des verstrebten stehenden Stuhles beseitigt worden. Man konnte bei diesem die Dachlast dort zur Wirkung bringen, wo sie auf eine feste Unterstützung traf, nämlich am Auflager oder in dessen Nähe.

Der natürliche Weg der Entwicklung war nun folgender: Es war ja bei steilen Dächern der nächstliegendste Gedanke der, die bisher senkrechten Stuhlsäulen schräg und unmittelbar unter die Sparren zu legen, und damit hatte man die Belastung nach dem Punkte übertragen, den man früher durch schräge Streben zu erreichen suchte, dem Auflager. Diese Konstruktion des liegenden Dachstuhls hatte für Kirchen daher den bedeutenden

Vorzug der vorteilhaften Übertragung der Dachlast und für Wohnbauten die uneingeschränkte Ausnützungsmöglichkeit des Dachraumes. Der liegende Stuhl findet hier im Osten schon zu Beginn des 15. Jahrhunderts seinen Eingang, ein Zeichen dafür, daß man es hier mit einer natürlichen Folge der Entwicklung zu tun hat, zum Unterschied von anderen Kolonisationsgebieten, in denen die Entwicklung oft sprungweise vor sich ging dadurch, daß man Konstruktionen, die anderswo und unter anderen Bedingungen entstanden, ganz einfach ohne jeden Zusammenhang übernahm. Diese Konstruktion blieb denn auch bis ins letzte Jahrhundert die vorherrschende und erhielt erst am Ende des 16. Jahrhunderts diejenige Anordnung, welche in der späteren Zeit eine so charakteristische Rolle spielte.

Das wichtigste Konstruktionsglied des liegenden Stuhles, die Liegesäule, hat eine umfangreiche Entwicklung aufzuweisen, die wir an den Dachwerken der Matthias- und St. Antoniuskirche (Tafel 28, 30) verfolgen können. Die einfachste Ausführung mag wohl die gewesen sein, daß man die schrägliegende Säule mit einem Zapfen in die anfangs rechteckige und wagrecht liegende Pfette eingreifen ließ und zur Verhinderung ihres Umkippens eine Büge über alle in Betracht kommenden Hölzer, also Sparren, Liegesäule und Kehlbalken, bündig überblattete. Der weitere Schritt, die Liegesäule um die Pfette herumgreifen zu lassen und sie bis zum Kehlbalken durchzuführen, war nicht mehr groß. Damit war ein Umkippen der Stuhlsäule durch ihr Eingreifen in den Kehlbalken ausgeschlossen; das Kopfband, welches früher das Umkippen verhindern sollte, konnte weiter abrücken, und dadurch ergab sich eine bessere Dreiecksverbindung. Auch war hierbei die Pfette durch ihre allseitige Umfassung gegen jegliche Lageveränderung gesichert.

Einen Nachteil jedoch hatte diese Ausbildungsweise: Die Liegesäule mußte an ihrem oberen Ende eine beträchtliche Breite erhalten, damit sie oben an ihrer schwächsten Stelle noch stark genug blieb.

Noch günstiger gestaltete sich die Bemessung, wenn man die Pfette schräg unter die Sparren legte und im Querschnitt dem stumpfen Winkel von Kehlbalken und Sparren anpaßte, wodurch sich eine bedeutend kleinere obere Breite der Liegesäule ergab. Gleichzeitig hatte man einen besseren Anschluß der zum Längsverband nötigen Kopfbänder oder Streben an die Pfette ermöglicht, so daß sich jetzt eine Ausbildung ergibt, die bei Dachwerken mit liegendem Stuhl am häufigsten vorkommt.

Die Konstruktionsweise des liegenden Stuhles führte nun bald zur Anwendung eines unmittelbar unter dem Binderkehlbalken gelegenen, zwischen die beiden Liegesäulen eingekeilten Holzes, des Spannriegels. Man wollte dadurch die Zapfen entlasten, mit denen die Liegesäule in die Binderkehlbalken eingriff und denen seither in Gemeinschaft mit dem Kopfband die Aufgabe zugefallen war, die Stuhlsäulen gegen Umkippen zu schützen.

Dem Spannriegel fiel nun die Aufgabe zu, die Stuhlsäulen gegeneinander zu verstreben. Die statische Wirkung ist hierbei folgende:

Die von den Pfetten aufgenommenen Kräfte versuchen die Liegesäulen nach innen zu drücken. Dem entgegen arbeitet der Spannriegel, der die Horizontalkomponenten der Pfettenkräfte aufnimmt, die um so größer sind, je flacher das Dach ist. Die übrigen Kräfte werden durch die Stuhlsäule nach dem Auflager übertragen und rufen dort Zugspannungen hervor, die von den Binderbalken aufzunehmen sind. Die Kehlbalken erhalten Druckbeanspruchungen wie seither. Wie der Spannriegel die Stuhlsäulen gegen-

einander verstrebt, so hält der Kehlbalken die Sparren auseinander. Für beide genügt also eine Verbindung durch Zapfen und Holznagel.

Der über dem Hauptschiff der GYMNASIALKIRCHE (Tafel 25) errichtete Dachstuhl ist zwar sehr alt, reicht aber über das 15. Jahrhundert nicht hinaus und zeigt dabei den eigentümlichen Charakter der ältesten liegenden Dachstuhlkonstruktion in sehr ausgeprägter Weise. Hierbei wurden die Umfassungsmauern allein für die Stützpunkte ausgenützt. Die Konstruktion zeigt in ihrem Untergeschoß die liegende Stuhlsäule, die an ihrem Kopfende die Seitenpfette allseitig umschließt und mit ihrem unteren Ende auf eine Stuhlschwelle aufsetzt, welche die Aufgabe hat, den nicht unbedeutenden wagrechten Schub von den Liegesäulen auf den Binderbalken sicher abzuleiten und gleichzeitig zur Bildung des Längenverbandes beizutragen. Die Aufgabe, die Stuhlsäulen gegeneinander zu verstreben, ist jetzt dem Spannriegel zugefallen, der hier unmittelbar unter der Pfette hindurchgeht. Das auf diese Weise in den Bindergespärren entstehende Fachwerk ist bei stets gleichbleibender Belastung beider Lastpunkte genügend; bei einseitiger Belastung durch Winddruck oder Schnee würde es einstürzen müssen, wenn die Stäbe gelenkig miteinander verbunden werden. Da dies nicht der Fall ist, so treten nur starke Formveränderungen ein, weil dem aus Binderbalken, Stuhlsäule und Spannriegel gebildeten Viereck der Dreiecksverband fehlt. In richtiger Erkenntnis suchte man daher durch Kopfbänder, die sehr weit unten an der Liegesäule ansetzen und ebensoweit nach dem Kehlbalken ausladen, eine Verschiebung durch den sich ergebenden Dreiecksverband zu verhindern. Die Kopfbänder sind daher den in Betracht kommenden Hölzern bündig überblattet und greifen mit einem Sägeschnitt in diese ein.

Die Hängesäule, die der Aufnahme der Mittelpfetten zur Unterstützung der Kehlgebälke dient, wird durch ein Strebenpaar gegen die Bindersparren abgestützt, so daß ausnahmsweise der Sparren wieder in seiner Eigenschaft als Strebe für die Hängesäule auftritt.

Zur weiteren Entlastung derselben ordnete man wie in früheren Beispielen schräge Hängebänder an, die gemäß ihrer Beanspruchung mittels Schwalbenschwanzblatt in die Sparren eingreifen und durch weitere Überblattung mit Kehlbalken und Streben eine äußerst kräftige Querversteifung bewirken. Dem Längenverband dienen überdies in sehr vorteilhafterweise gekreuzte Streben in der Mittelebene des Daches.

Sehr häufig begegnet man bei mehrgeschossigen Dachwerken der gleichzeitigen Verwendung des liegenden und stehenden Stuhles. Man hatte ja die Konstruktion des liegenden Stuhles bevorzugt, damit bei großen Spannweiten die Gebälke durch Zwischenlasten nicht ungünstig beansprucht wurden. Dieser Fall lag aber nicht mehr vor bei Gebälken von kleineren Spannweiten, denen man derartige Zwischenlasten zumuten konnte, und solche Gebälke waren bei jedem Dachwerk die oberen Kehlgebälke. Die Verwendung des stehenden Stuhles hatte dann den Vorteil der Holzersparnis bei mindestens gleicher Standsicherheit.

Als frühestes Beispiel dieser Gruppe ist das Dachwerk der BERNHARDINKIRCHE (Tafel 26) zu nennen, eine um die Wende des 17. Jahrhunderts entstandene Konstruktion von überaus sorgfältiger Ausführung und vorzüglicher Bearbeitung der Holzverbindungen. Das ziemlich steile Dach über dem Hauptschiff dieser dreischiffig basilikalen Anlage verwendet in seinem Untergeschoß den liegenden Stuhl mit langen, bündig überblatteten Kopfbändern und im oberen den doppelt stehenden Stuhl, dessen Stuhlsäulen auf darunterliegende Schwellen unmittelbar über den Bügen der Liegesäulen

aufsetzen und durch die den Stuhlsäulen angeblatteten Streben ihre Belastung ohne Zwischenübertragung an die Liegesäulen weitergeben können.
Das untere Kehlgebälk wird noch durch eine Mittelpfette unterstützt, welche zwischen dem Binderkehlbalken und dem Spannriegel hindurchläuft, die durch spangenartige Hölzer miteinander verbunden, gemeinsam beansprucht werden.
Bei Kirchen, die ja im allgemeinen eine derartige Breite hatten, daß sich die unteren Gebälke nicht mehr freitragen konnten, wurde die erforderliche Zwischenunterstützung der Gebälke wie bisher durch Pfetten bewirkt, die von stehenden Stuhlsäulen bzw. Hängesäulen getragen wurden. Die Aufhängung der Mittelsäule am Kopfende durch Sparren und Streben behielt man weiterhin besonders gern bei, weil der durch die Streben belastete Kehlbalken durch liegende Stuhlsäulen unterstützt werden konnte, wie man es aus den Werken der Theoretiker des 17. Jahrhunderts gelernt hatte.
Beispiele dieser Art sind die Dachwerke der Matthias- und der St. Antoniuskirche.
Der Dachstuhl der MATTHIASKIRCHE*) (Tafel 27) aus dem Jahre 1693 ist als liegender Stuhl mit drei Kehlgebälken und mittlerer Hängesäule ausgeführt, derart, daß jedes dritte Gespärre als Binder ausgebildet ist. Die beiden die Mittelsäule tragenden Streben belasten hier nur den obersten Kehlbalken. Da dieser in der Mitte keinerlei Unterstützung erhalten hat, konnte hier der Spannriegel der oberen Stuhlsäule unmittelbar unter den Kehlbalken gelegt werden. In allen Geschossen tragen die liegenden Stühle in ihrem Kopfe wieder Unterzüge für die Kehlbalken. Während bei der obersten Kehlbalkenlage zwei seitliche Pfetten angeordnet wurden, besitzt das mittlere Kehlgebälk außer den zwei seitlichen noch eine Mittelpfette, die von der Hängesäule getragen und ihr angeblattet ist. Das unterste Kehlgebälk, hier die eigentliche Dachbalkenlage, wird in der Mitte von einem Unterzug gefaßt, der in den Kehlbalken zum Teil eingelassen und mittels besonderer Aufhängevorrichtung von der Hängesäule getragen wird. Die seitlichen Unterzüge sowohl wie die Schwellen, auf denen die Stühle aufsetzen, haben trapezförmigen Querschnitt, um in sie die Streben, die von den Stühlen zwecks Herstellung des Längsverbandes ausgehen, gut verzapfen zu können.
Eine durchgehende Balkenlage über dem Hauptgesims war nicht angängig, da die Scheitel der Mittelschiffgewölbe bedeutend höher als die Traufe liegen. Die untere Balkenlage reicht daher nur bis an die Widerlager der Mittelschiffgewölbe.
Unter diesen Bedingungen war es daher nicht ganz leicht, dem Verband die nötige Sicherheit zu geben, besonders aber bei dem Fehlen von durchgehenden Balken in der Grundlinie den Seitenschub des Daches möglichst auszuschalten.
Diese Aufgabe wurde mit sicherem statischen Empfinden durch die beiden unmittelbar über den Mittelschiffmauern aus Schwelle, stehender Stuhlsäule, Pfette, Spannriegel und Strebe errichteten verstrebten Fachwände restlos gelöst, die ein vorzügliches Auflager für den oberen Teil der Konstruktion bilden.

Der Längsverband konnte überaus reichlich ausgebildet werden dadurch, daß man außer der Verstrebung der Liegesäulen sowohl die über den Mittelmauern stehenden Fachwände, als auch die aus Hängesäule, Pfetten und Streben gezimmerte Mittelwand dazu heranzog.
Man kann das Dachwerk auch so auffassen, daß der Dachstuhl erst dei der untersten Kehlbalkenlage beginnt, während der untere Teil des Daches als fester Bock wirkt, auf

*) Siehe Borowski, das Dachwerk der Matthiaskirche in Breslau, Denkmalpflege, Heft 9, Jahrgang 1919, Seite 67.

dem der obere Teil — der eigentliche Dachstuhl — ruht. Dieser Gedanke kommt klarer zum Ausdruck, wenn die Stuhlsäulen durch Wände ersetzt werden, die über den Mittelschiffwänden bis unter die Dachbalken bzw. die untere Kehlbalkenlage hochgeführt sind. Ein Beispiel hierfür bietet die ST. ANTONIUSKIRCHE*) (Tafel 29). Diese Kehlbalkenlage, nunmehr auf einer Mauerkrone ruhend, wird wieder die eigentliche Hauptbalkenlage. Auf ihr setzt der Dachstuhl auf, während der darunter liegende bis auf die Umfassungswände herabreichende Dachteil nur als Schleppdach aufzufassen ist. Hier wird außerdem die Selbständigkeit der beiden Dachabschnitte noch dadurch erhöht, daß die Sparren nicht wie bei der Matthiaskirche in einem Zuge hindurchgehen, auch nicht durch Stoß oder Verblattung miteinander verbunden sind, sondern ohne Verbindung aneinander vorbeigehen. Und zwar liegen die Sparren des unteren Abschnittes mit ihren oberen Enden auf der Fußpfette, während die des oberen Abschnitts, des eigentlichen Dachstuhls, in der Weise neu aufsetzen, daß sie in den Kehlbalken eingezapft sind.

Der Dachstuhl ist im übrigen gleichfalls eine Konstruktion des liegenden Stuhles mit von Mittel- und Seitenpfetten unterstütztem Kehlgebälk und einer in der üblichen Weise an Sparren, Streben und Kehlbalken aufgehängten Mittelsäule, welche den Dachbalken in der Mitte und die daselbst ruhende Schwelle, die der Verteilung der Belastung auf sämtliche Dachbalken dient, vermittels Hängeeisen trägt. Durch gute Verstrebung des liegenden Stuhles nach den seitlichen Unterzügen und der Schwelle hin, sowie durch die von der Mittelsäule nach dem mittleren Kehlbalkenunterzug führenden Kopfbänder und zwei sich kreuzende Streben ist eine gute Längsversteifung des Daches geschaffen.

Die St. Antoniuskirche, erbaut in den Jahren 1685—1692, ist unverkennbar die Vorstufe sowohl für die Raumgestaltung, als auch für die vollendete Konstruktionsweise des Dachstuhles der Matthiaskirche.

Die Holzverbände dieser beiden besprochenen Dachstühle weisen dieselben Grundregeln auf, wie sie bereits im Mittelalter seit dem 14. Jahrhundert gebräuchlich waren. Der Abbund erfolgt so, daß sämtliche Hölzer an einer Seite bündig liegen. Es zeigt sich dies besonders bei den Verbindungen der Hölzer von verschiedenen Holzstärken. Kopfbänder und Streben sind entweder durch Zapfen oder Überblatten mit den Pfetten, Stielen und Streben verbunden. Die Sparren sind in den Balken eingezapft. Die an die Sparren angeschifteten Aufschieblinge werden durch kleine knaggenartige Stiele, die sich auf die Sparren stützen, gegen Durchbiegen gesichert. Sämtliche Verbandhölzer bestehen aus Kiefernholz. Die Bolzen der Hängeeisen, die Unterzug, Kehlbalken und Hängesäule miteinander verbinden, werden nicht, wie heute üblich, durch Schraubenmuttern gehalten und angezogen, sondern durch keilförmige Splinte, die in den Schlitzen der Bolzen stecken.

Die Unterzüge ruhen auf runden Unterlagsscheiben, welche auf die an den unteren Enden rund ausgeschmiedeten Hängeeisen geschoben sind und ebenfalls durch Splinte gehalten werden. Auch dies ist eine Ausführung, wie sie bereits seit dem 14. Jahrhundert Brauch war.

Zur gleichen Gruppe gehören die Dachwerke über dem Langhaus des DOMES (Tafel 31) und der kleinen, als Hallenkirche erbauten BARMHERZIGEN BRÜDERKIRCHE (Tafel 32), sowie über dem 34 Achsen langen Bautrakt der UNIVERSITÄT (Tafel 33),

*) Siehe Borowski, das Dachwerk der Matthiaskirche in Breslau, Denkmalpflege, Heft 9, Jahrgang 1919, Seite 67.

welche alle unter Beeinflussung und Nachbildung der vorher besprochenen Dachstühle entstanden sind. Die Gesamtkonstruktion setzt sich aus selbständigen Geschossen zusammen, unter Anwendung des liegenden Stuhles in Verbindung mit einer durch Streben getragenen mittleren Hängesäule in den Hauptbindern. Im übrigen zeigen diese Dachwerke diejenige Anordnung der Bauelemente, welche dieser Konstruktion ein Charakteristikum verleihen.

Im Gegensatz zum Mittelalter erfordern diese nachmittelalterlichen Bauwerke trotz der Abwechslung zwischen holzreichen Hauptbindern und einfach ausgebildeten Zwischenbindern einen großen Materialaufwand und rufen daher schon ihres Eigengewichtes wegen recht ungünstige statische Wirkungen hervor. Die Stuhlsäulen mußten aus Konstruktionsrücksichten stark überdimensioniert werden. Diese Stärke ist aber für die Pressung, welche sie auszuhalten haben, übermäßig groß, und es wurde daher schon durch die Wahl der Zusammensetzung eine Holzverschwendung hervorgerufen. Auch die vollständigen Dach- und Kehlgebälke, die sich wohl unter dem Einfluß der Hausdachwerke, wo sie praktischen Wert hatten, auch über Kirchen bis ins 18. Jahrhundert hinein erhielten, waren diejenigen Konstruktionsteile, an denen am meisten Holz zwecklos vergeudet wurde. Dem einzigen Vorteile dieser Bauweise, der Übertragung aller Vertikalpressungen auf die immer sicher unterstützten Enden der Balken — der eines freien Dachraumes war ja bei Kirchen bedeutungslos —, standen überdies die Nachteile einer schwierigen Anfertigung und einer Beschränkung auf steile Dachwinkel gegenüber, da bei zu flach liegenden Stuhlsäulen der Horizontalschub am Fuße sehr bedeutend wird.

Später, als man dazu überging, diese geeigneten Seitenpfetten als Auflager für die Sparren zu verwenden, und damit von den Kehlbalkendachstühlen zur Pfettenkonstruktion schritt, ist eine beträchtliche Ersparnis an Holz erzielt worden, die in neuerer Zeit durch Vermeidung aller überflüssigen Konstruktionsteile noch gesteigert wurde.

Erst im vorigen Jahrhundert wurde dem konstruktiven Teil der Baukunst hin und wieder die verdiente wissenschaftliche Behandlung zuteil. Unsere neuere Zeit ist bemüht, die Ergebnisse der praktischen Baukonstruktion durch die Kontrolle wissenschaftlicher Forschungen zu ergänzen; nur hierdurch ist es möglich geworden, Werke auszuführen, die bei genügender Sicherheit und Festigkeit leicht und elegant große Spannweiten überbrücken.

Lebenslauf

Bin am 15. Dezember 1896 zu Koszarawa, dem ehemaligen Landsitz meiner Eltern, geboren und deutsch-österreichischer Staatsangehöriger. Nach dem Besuch der fünfklassigen Volks- und der vierklassigen evangelischen Bürgerschule in Bielitz (Österreich-Schlesien) widmete ich mich daselbst dem Studium an der Höheren Staatsgewerbeschule, woselbst ich die Reifeprüfung mit Auszeichnung bestand. Nach vierjähriger Felddienstleistung bei der österreichischen Armee zurückgekehrt, studierte ich an den Technischen Hochschulen zu Wien und Breslau und legte daselbst im Juli 1926 die Diplomhauptprüfung mit gutem Erfolge ab. Seit 1. April 1925 bin ich als Assistent am Lehrstuhl für Baukonstruktionen der hiesigen Technischen Hochschule tätig.

Im Wasserkraftjahrbuch 1927/28 bin ich mit einer größeren wissenschaftlichen Arbeit „Kritische Betrachtungen über Berechnungsweise und Formgebung von Saugrohren an Wasserturbinen“ an die Öffentlichkeit getreten.

Mit der Abfassung vorliegender Doktorarbeit war ich seit 1. Oktober 1929 beschäftigt.

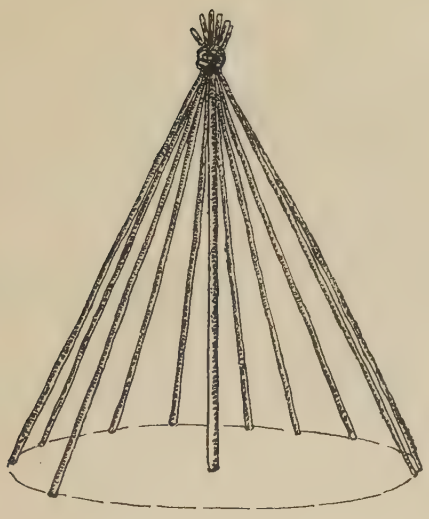


Abb. 1

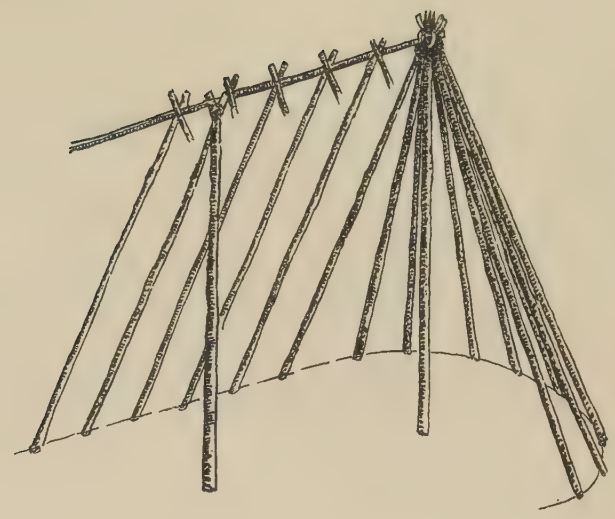


Abb. 2

Entnommen aus Gruber, Deutsche Bauern- und Ackerbürgerhäuser, Seite 22

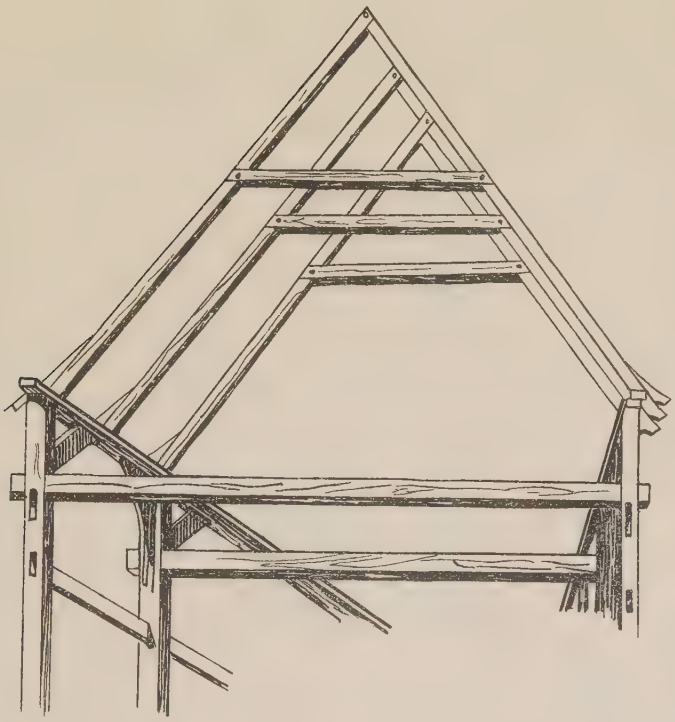
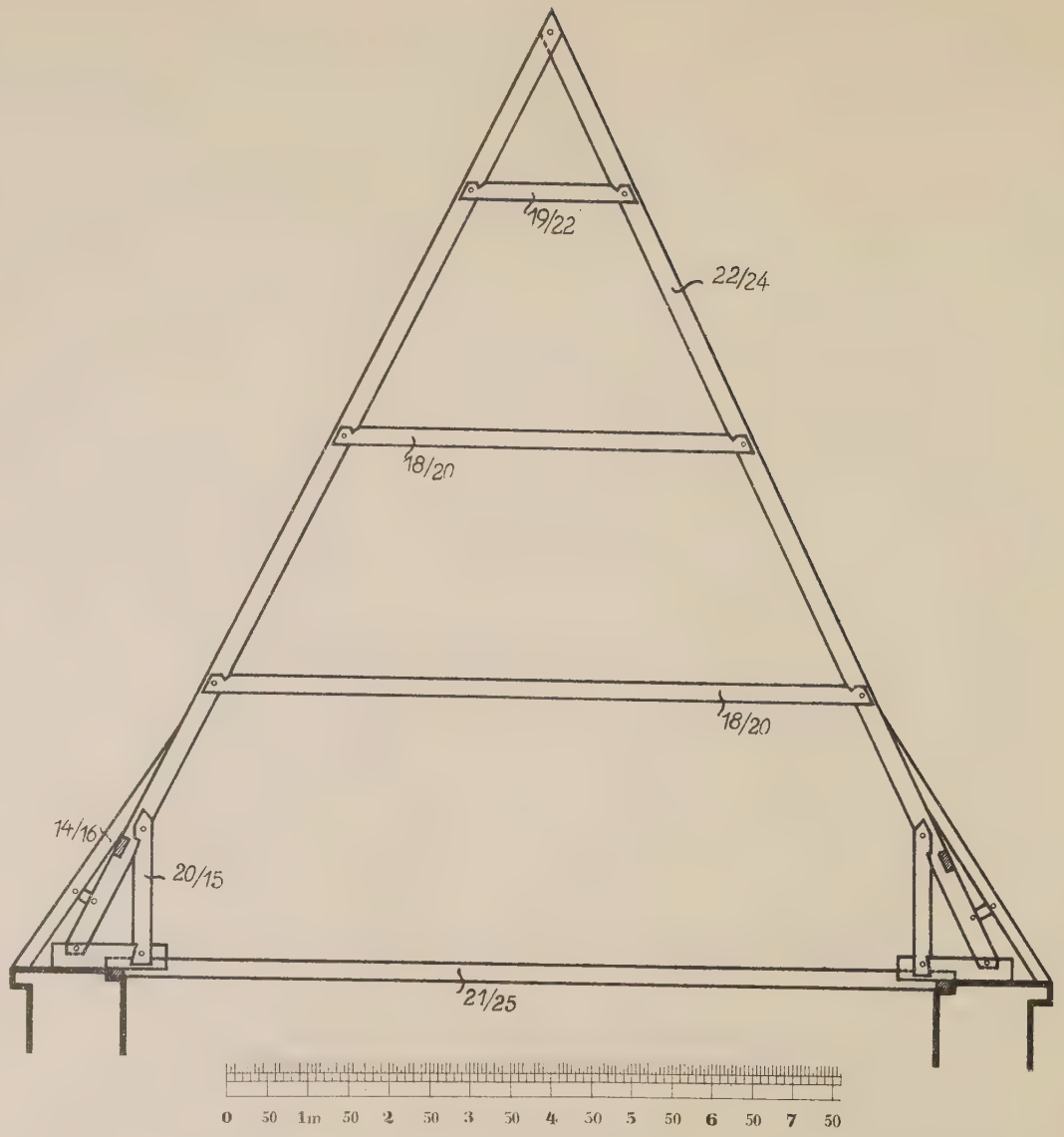
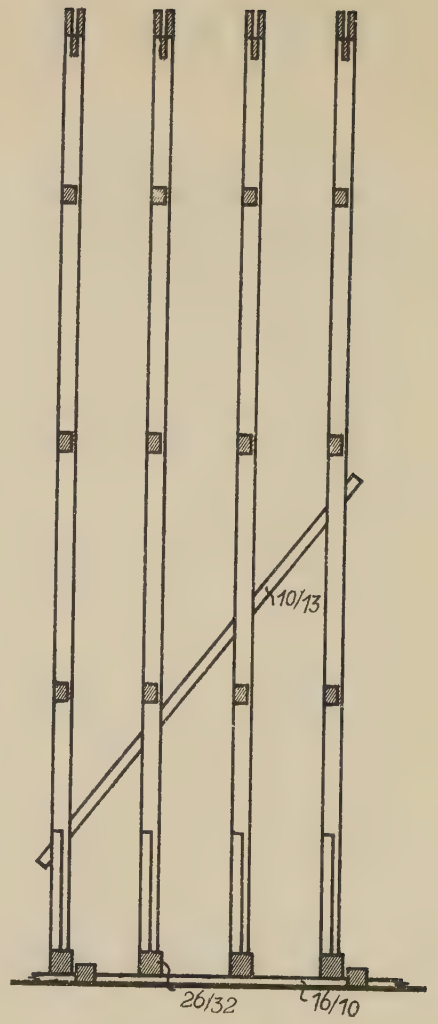


Abb. 3

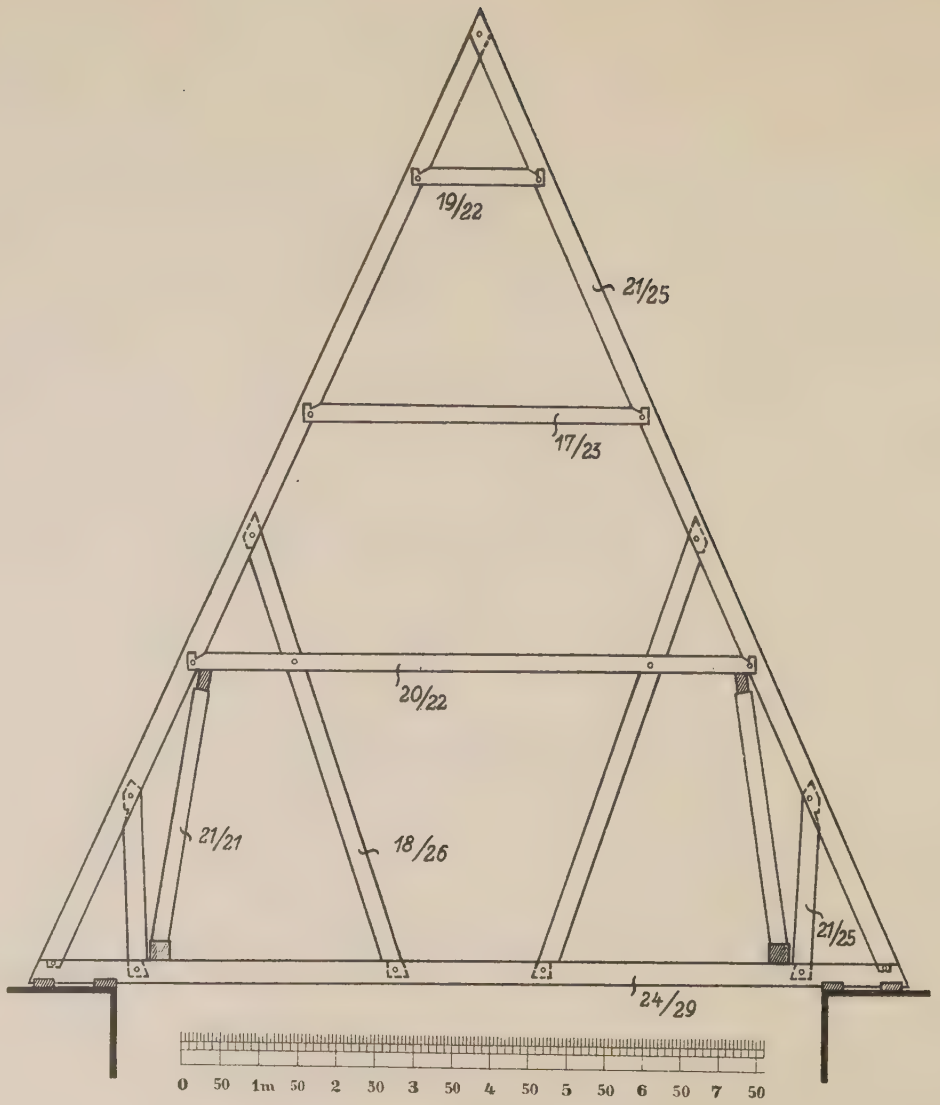
Gezeichnet nach Ostendorf, Seite 4

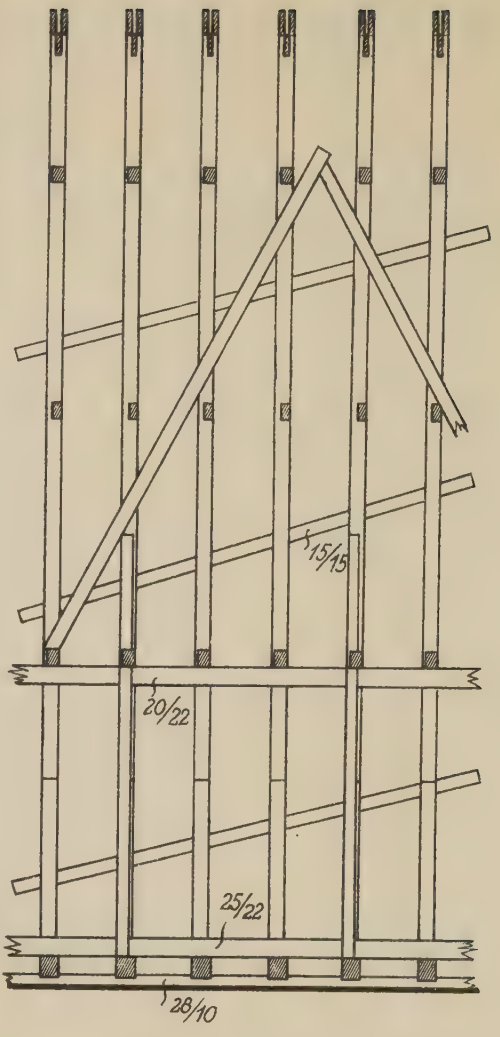




Mauritiuskirche (2. Hälfte des XIII. Jahrh.)

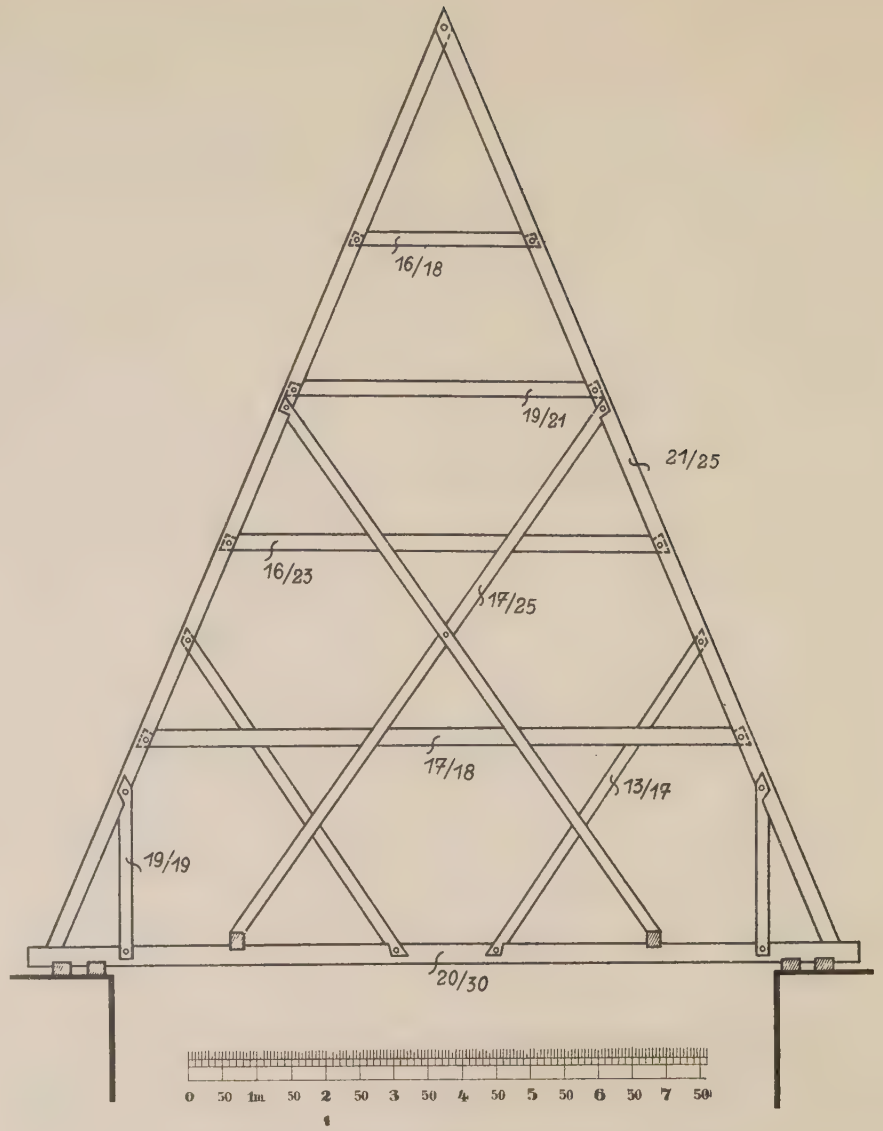
Eigene Aufnahme

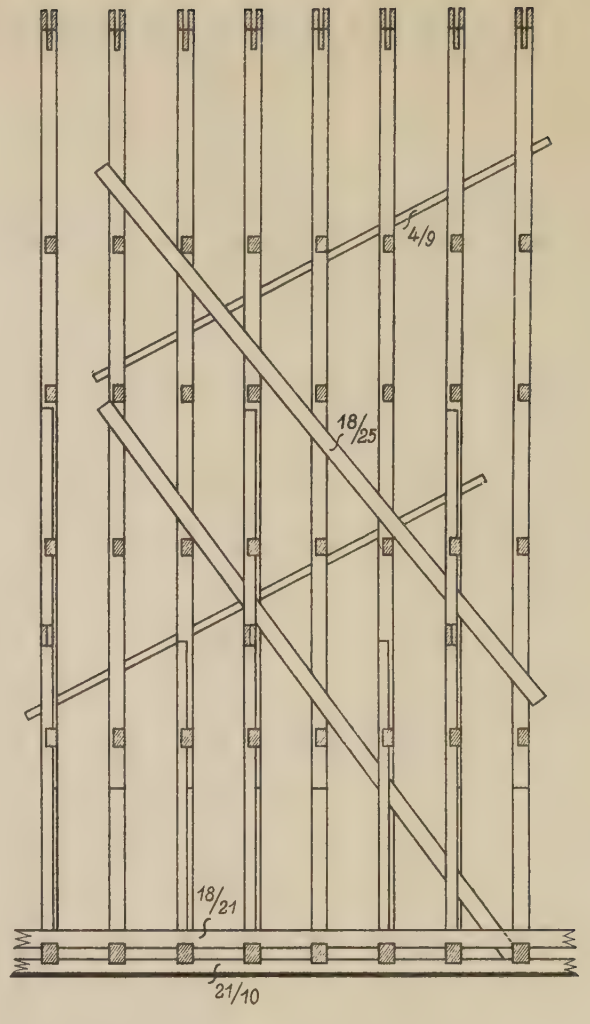




Magdalenenkirche — Hauptschiff (2. Hälfte des XIV. Jahrh.)

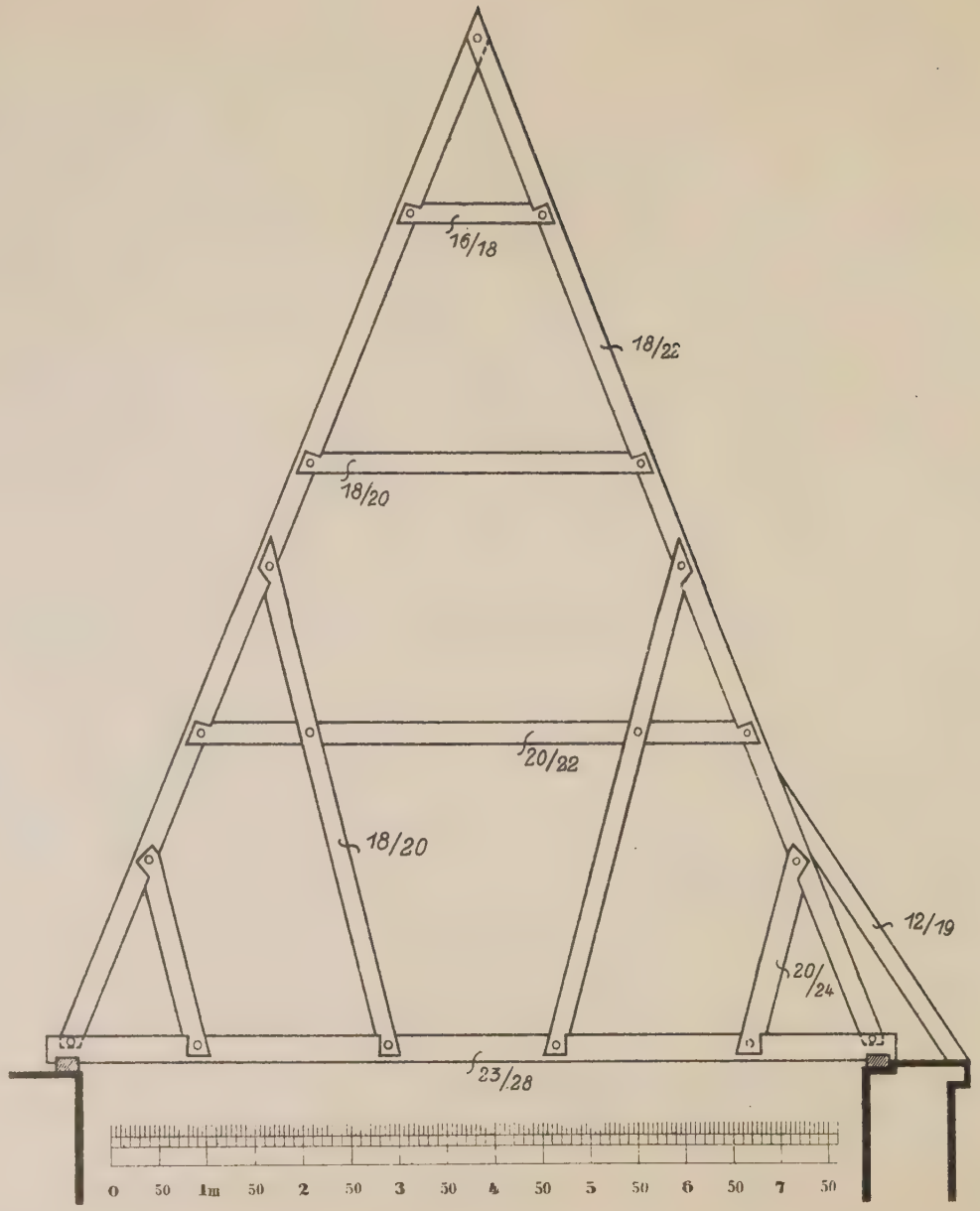
Eigene Aufnahme

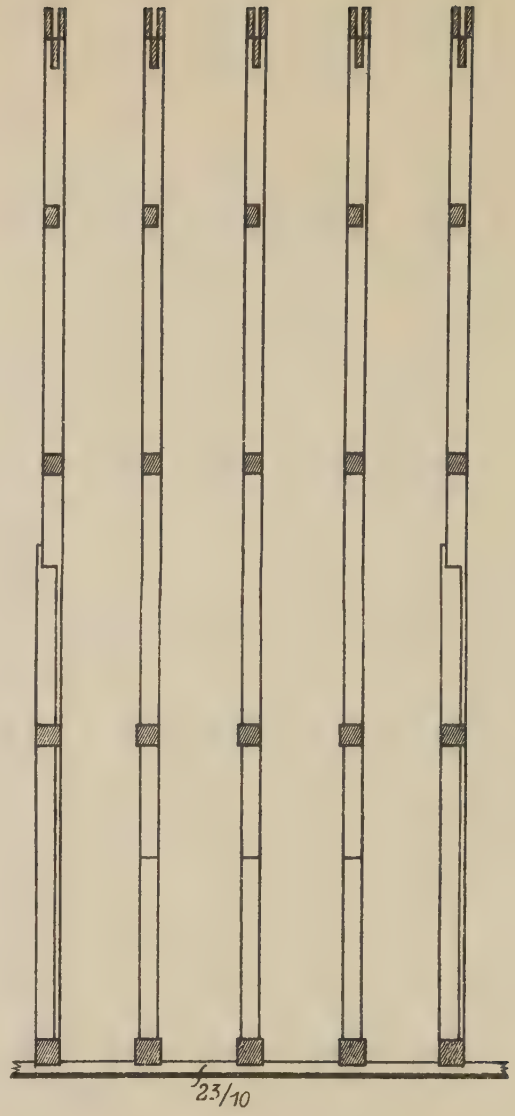




Elisabethkirche — Hauptschiff (XIV. Jahrh.)

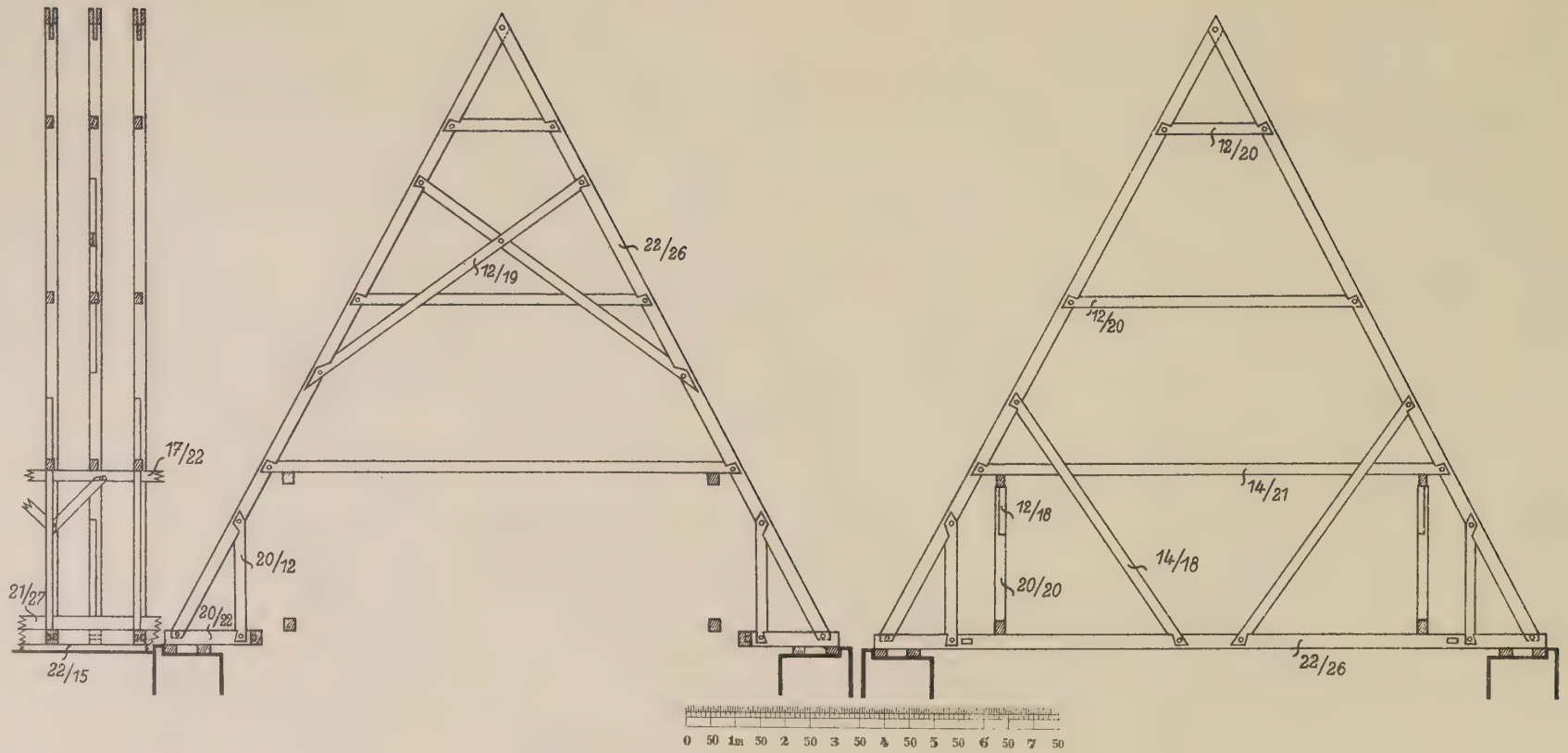
Eigene Aufnahme





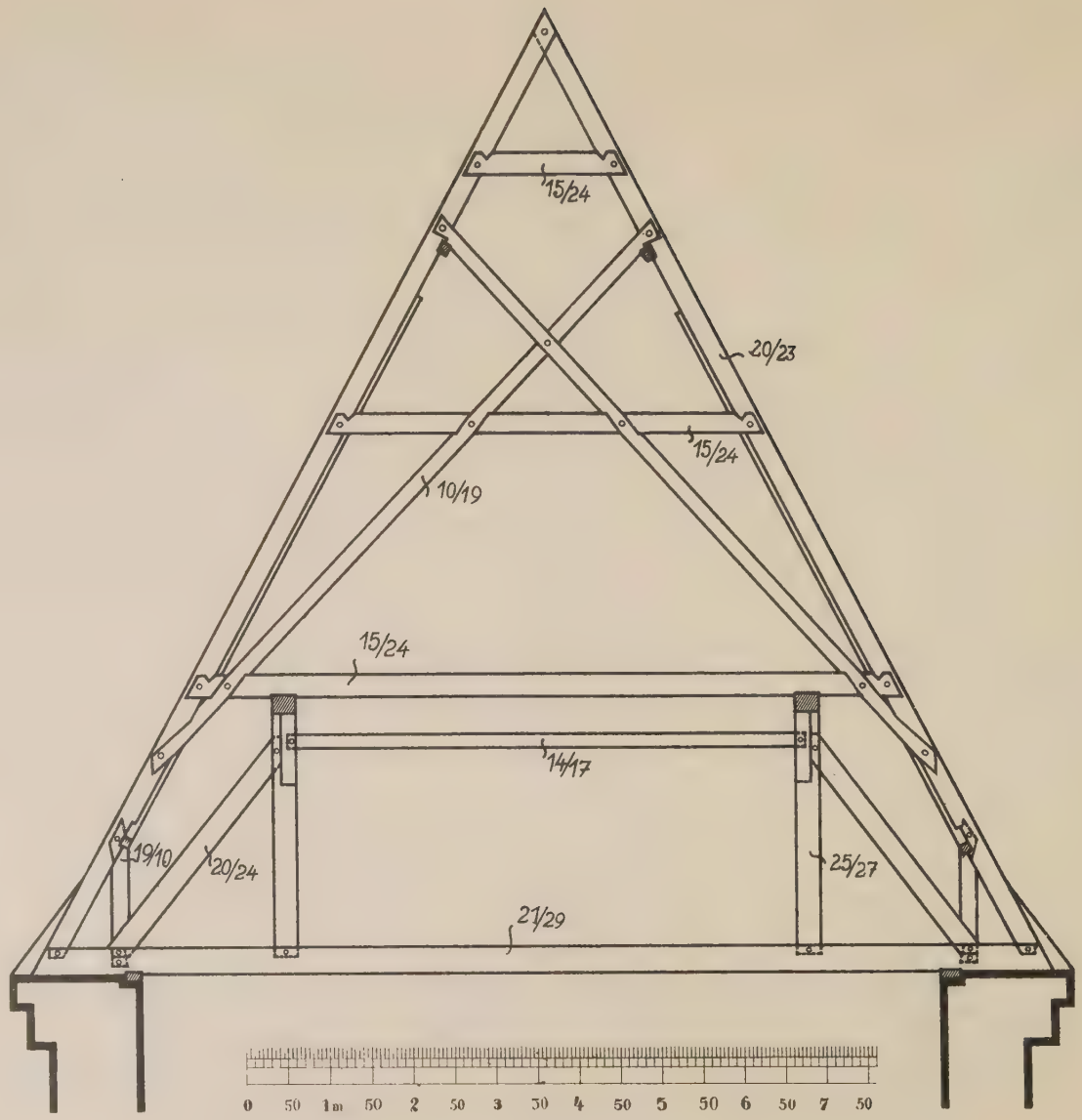
Vincenzkirche — Hauptschiff (Wende des XIV. Jahrh.)

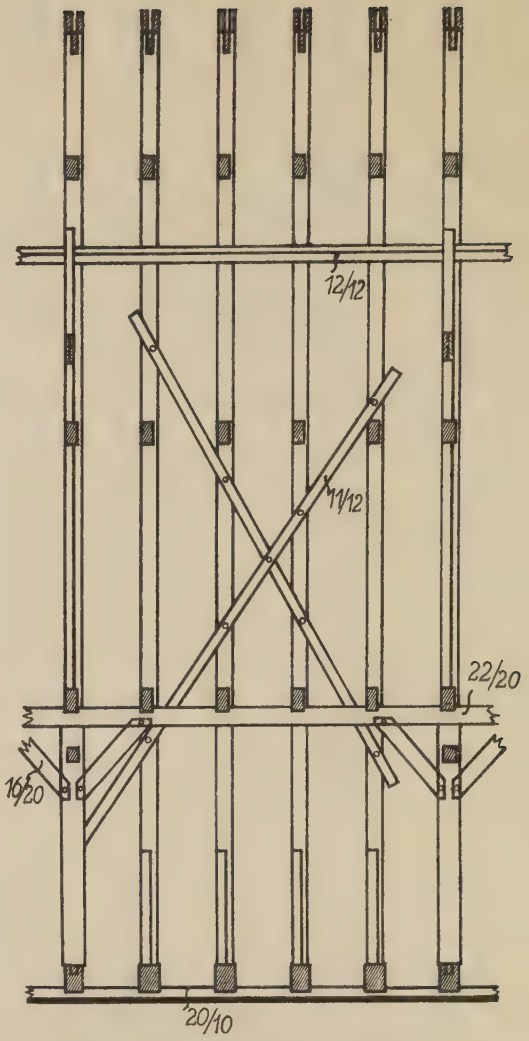
Eigene Aufnahme



Adalbertkirche — Hauptschiff (2. Hälfte des XV. Jahrh.)

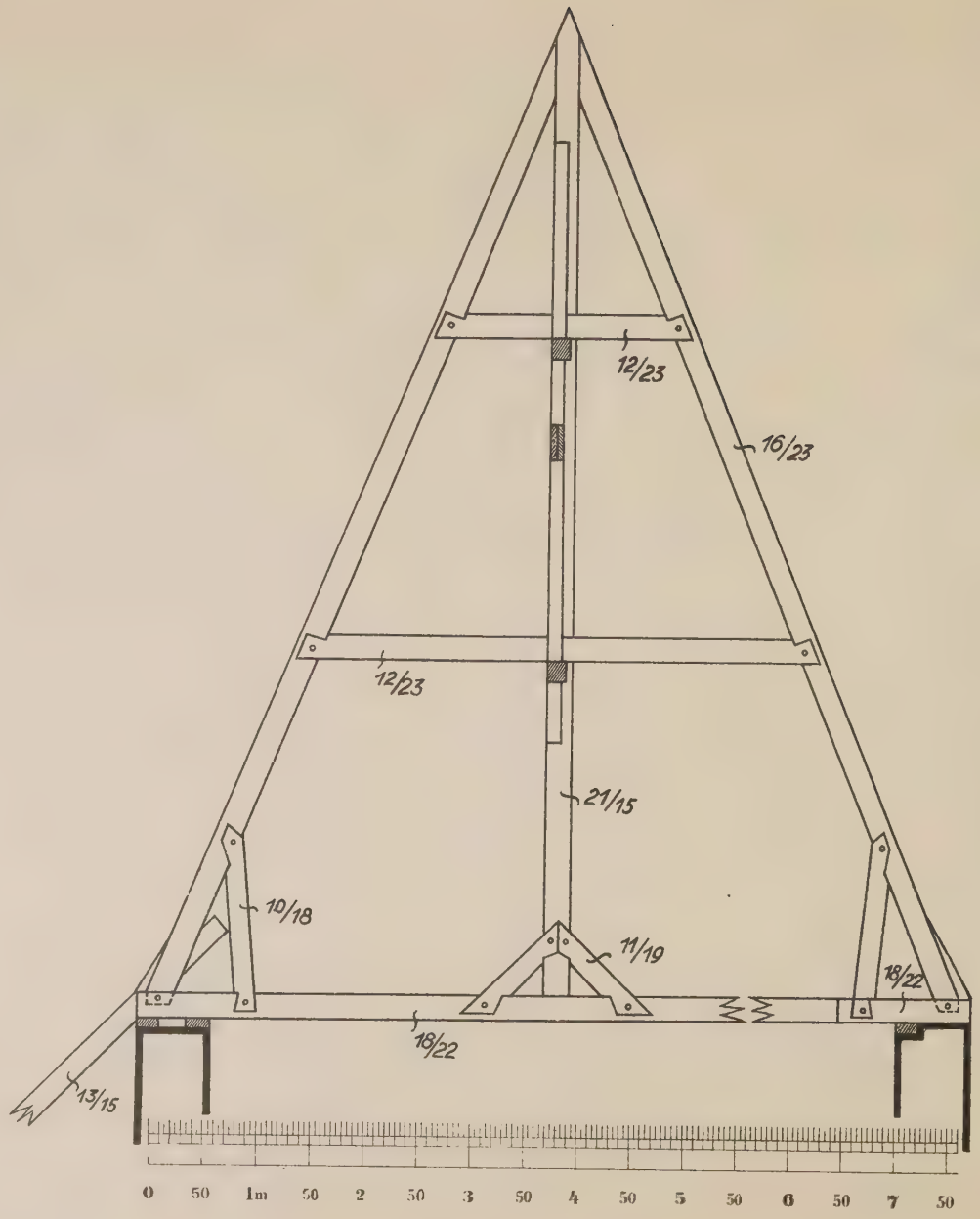
Eigene Aufnahme

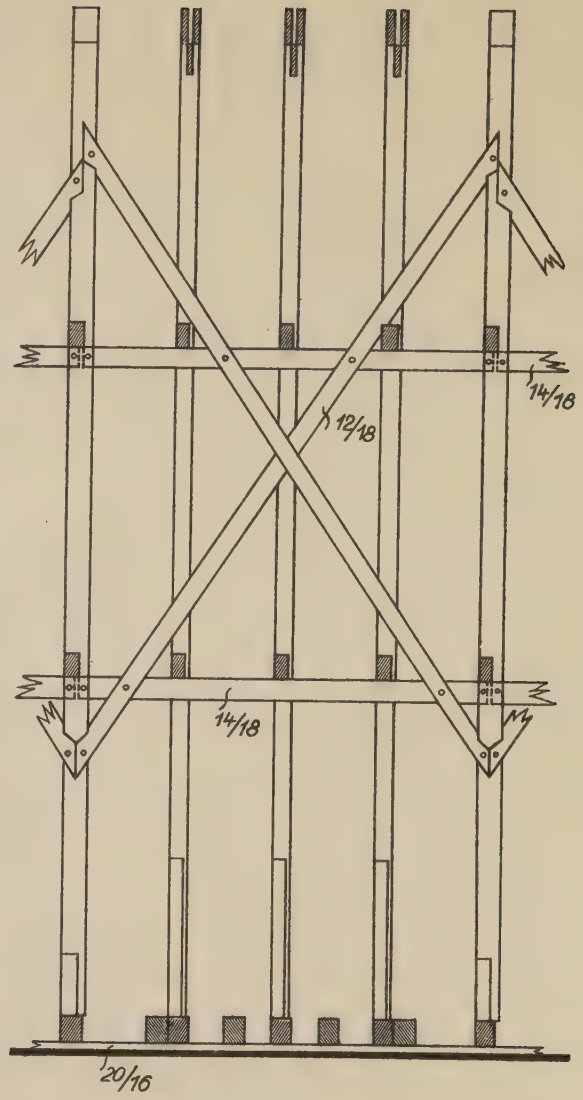




Katharinenkirche (XV. Jahrh.)

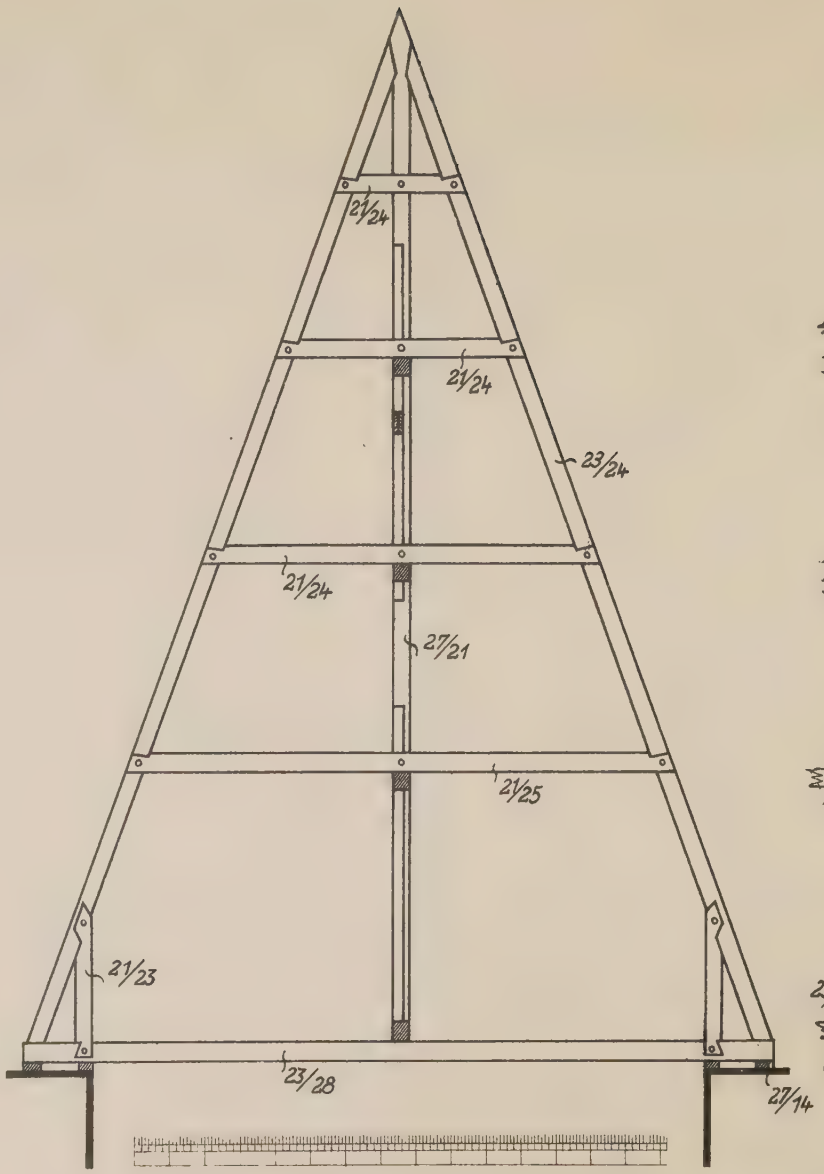
Eigene Aufnahme

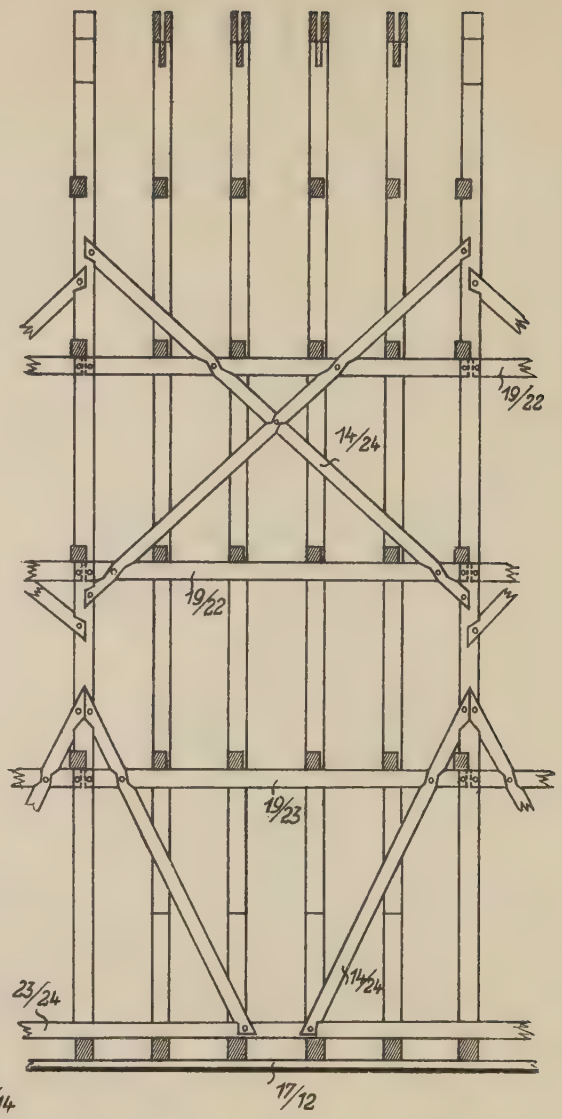




Christophorikirche (XV. Jahrh.)

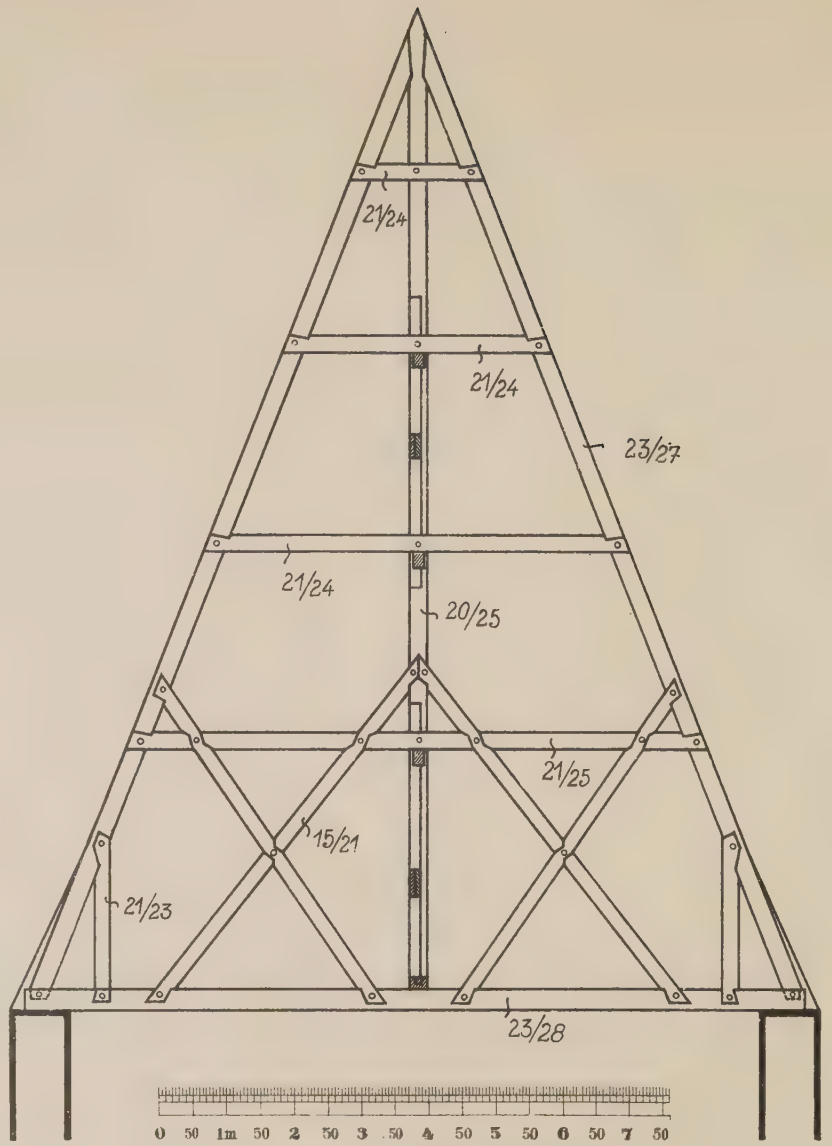
Eigene Aufnahme

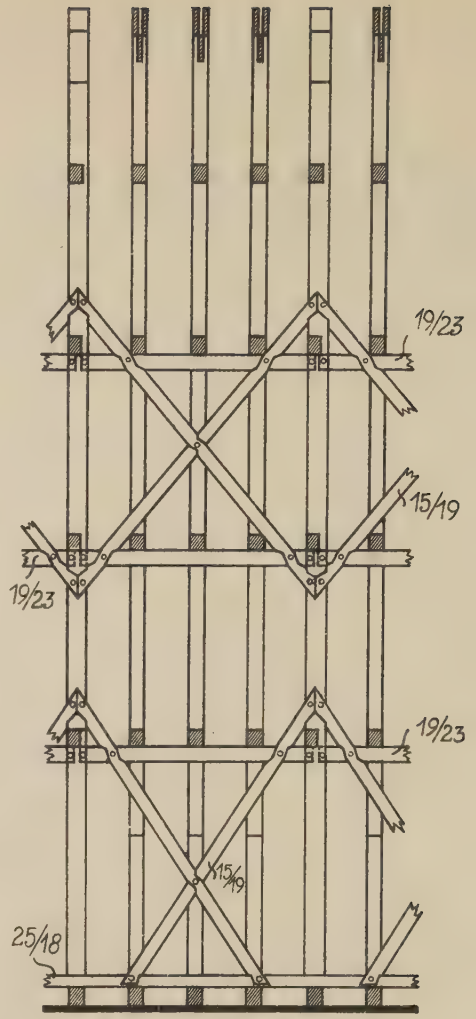




Kreuzkirche — Querschiff (1. Hälfte des XIV. Jahrh.)

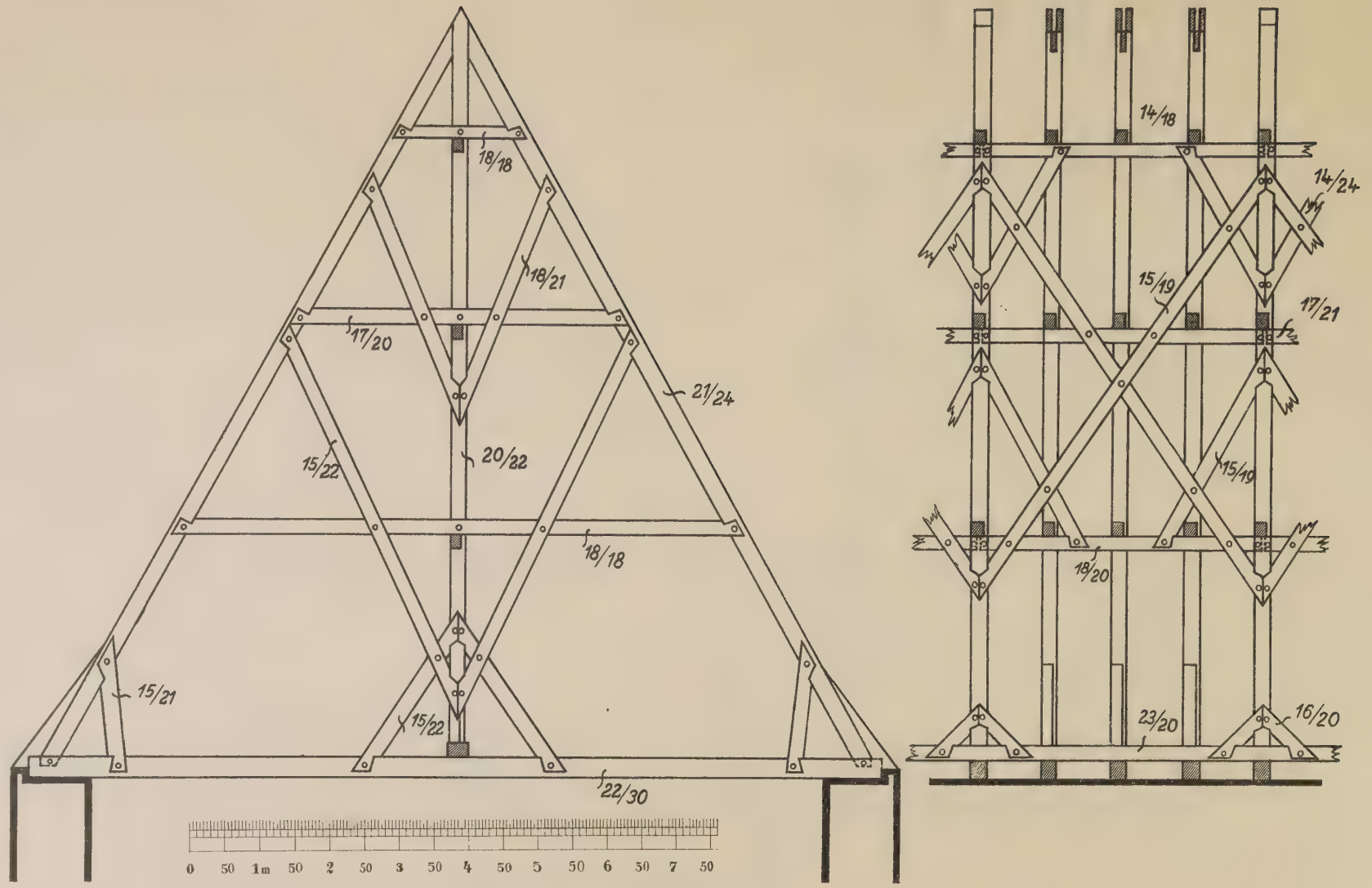
Eigene Aufnahme





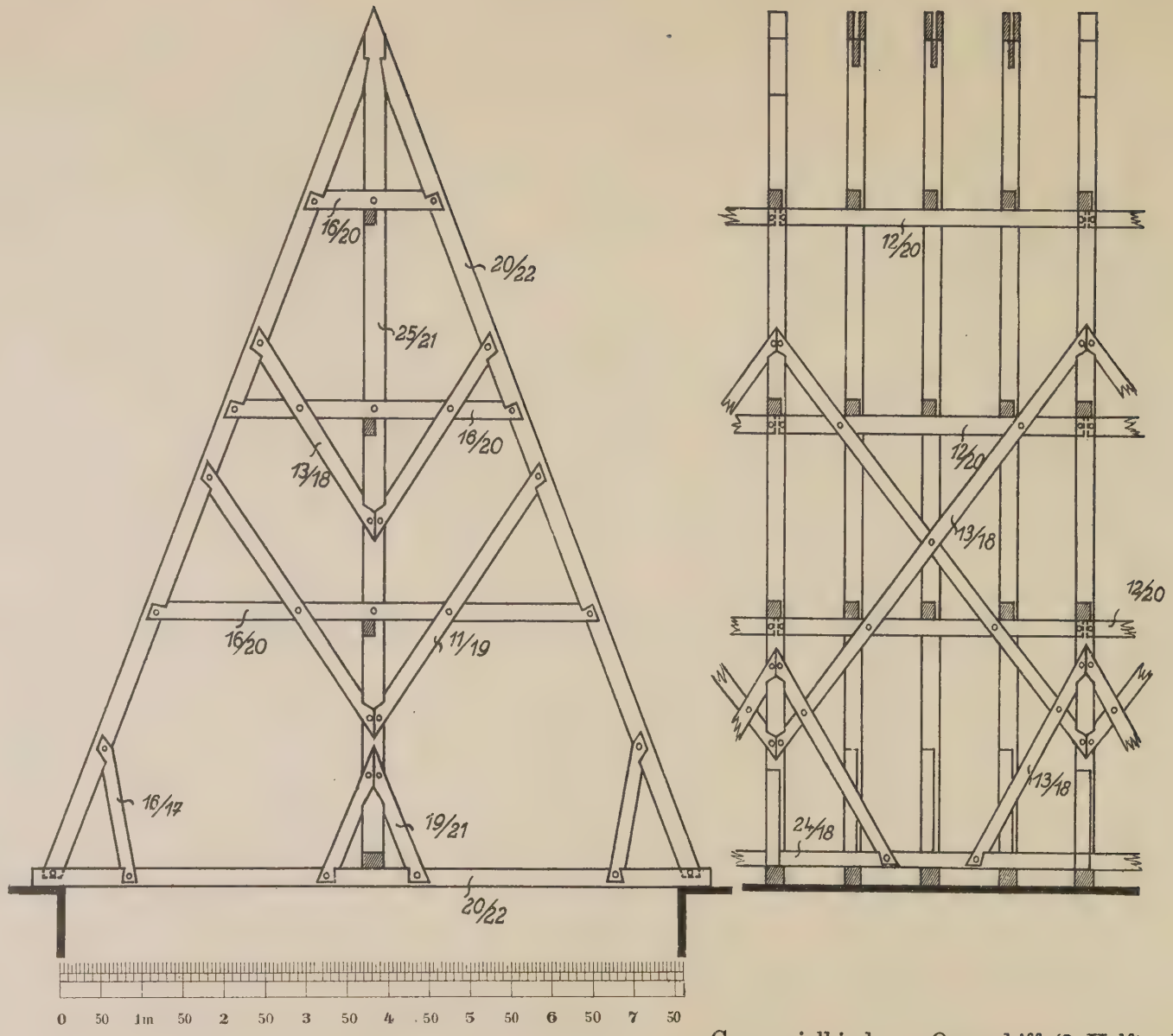
Kreuzkirche — Mittelschiff (1. Hälfte des XIV. Jahrh.)

Eigene Aufnahme



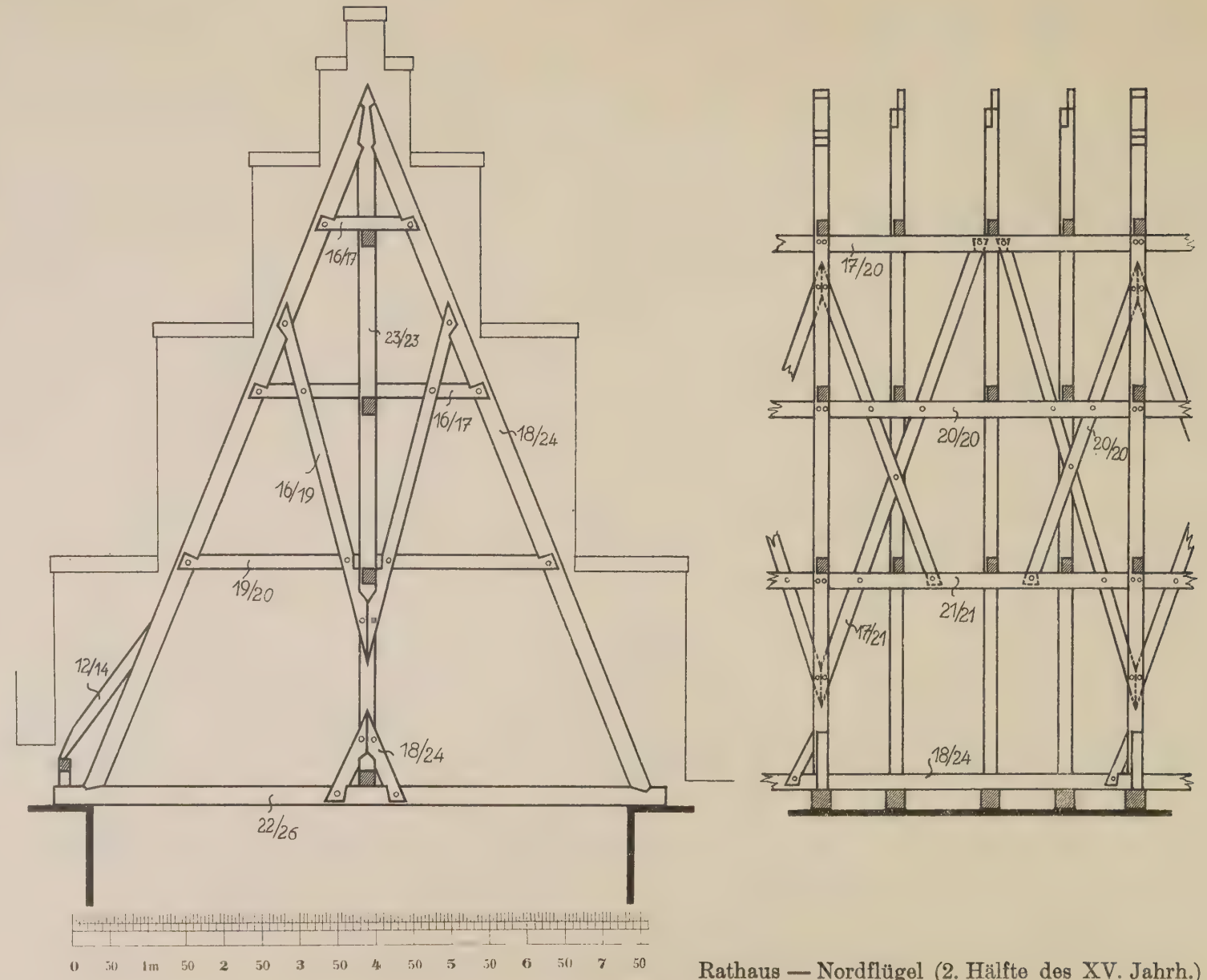
Adalbertkirche — Querschiff (2. Hälfte des XV. Jahrh.)

Eigene Aufnahme



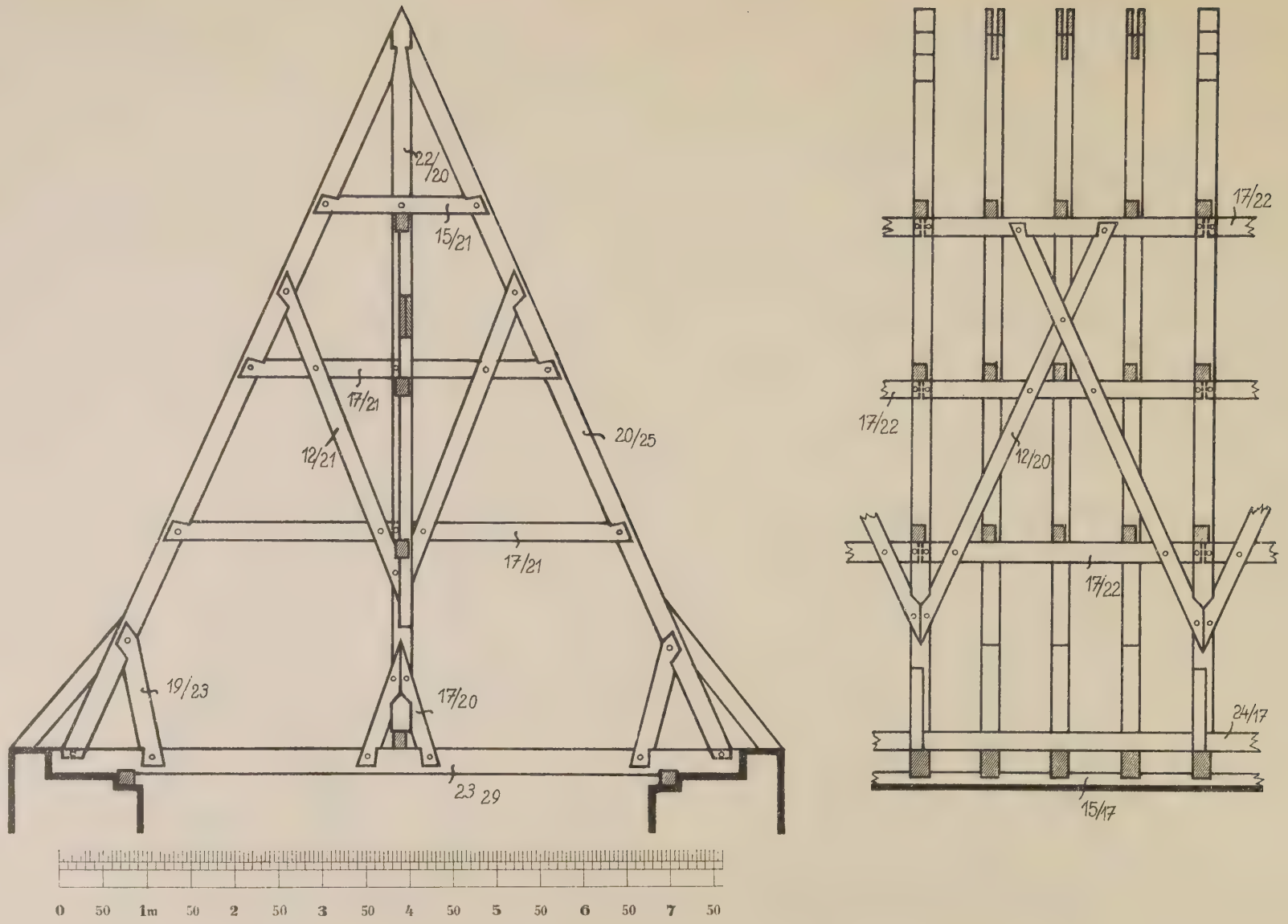
Gymnasialkirche — Querschiff (2. Hälfte des XIV. Jahrh.)

Eigene Aufnahme



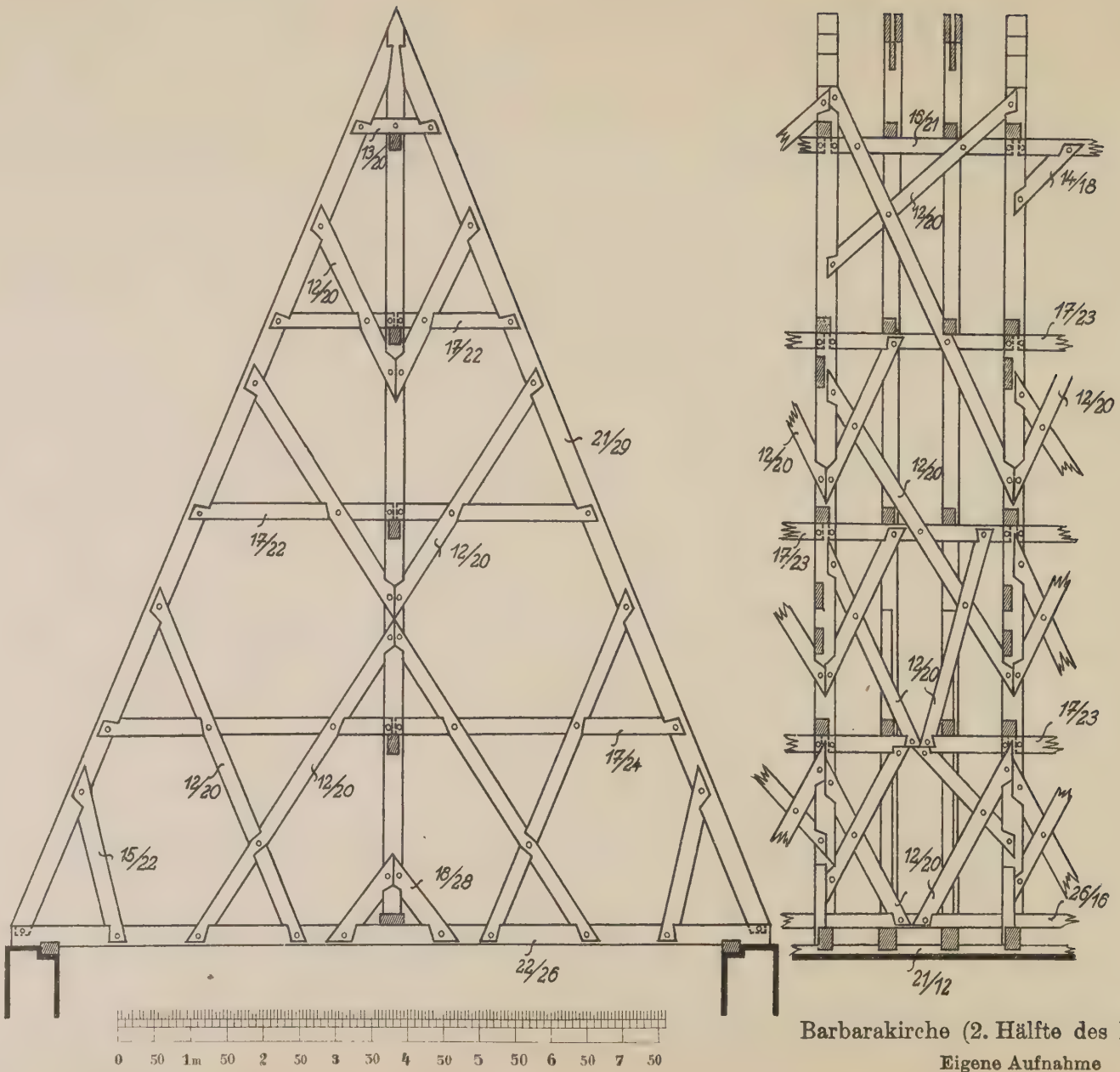
Rathaus — Nordflügel (2. Hälfte des XV. Jahrh.)

Gezeichnet nach einer Aufnahme der Baugewerkschule Breslau



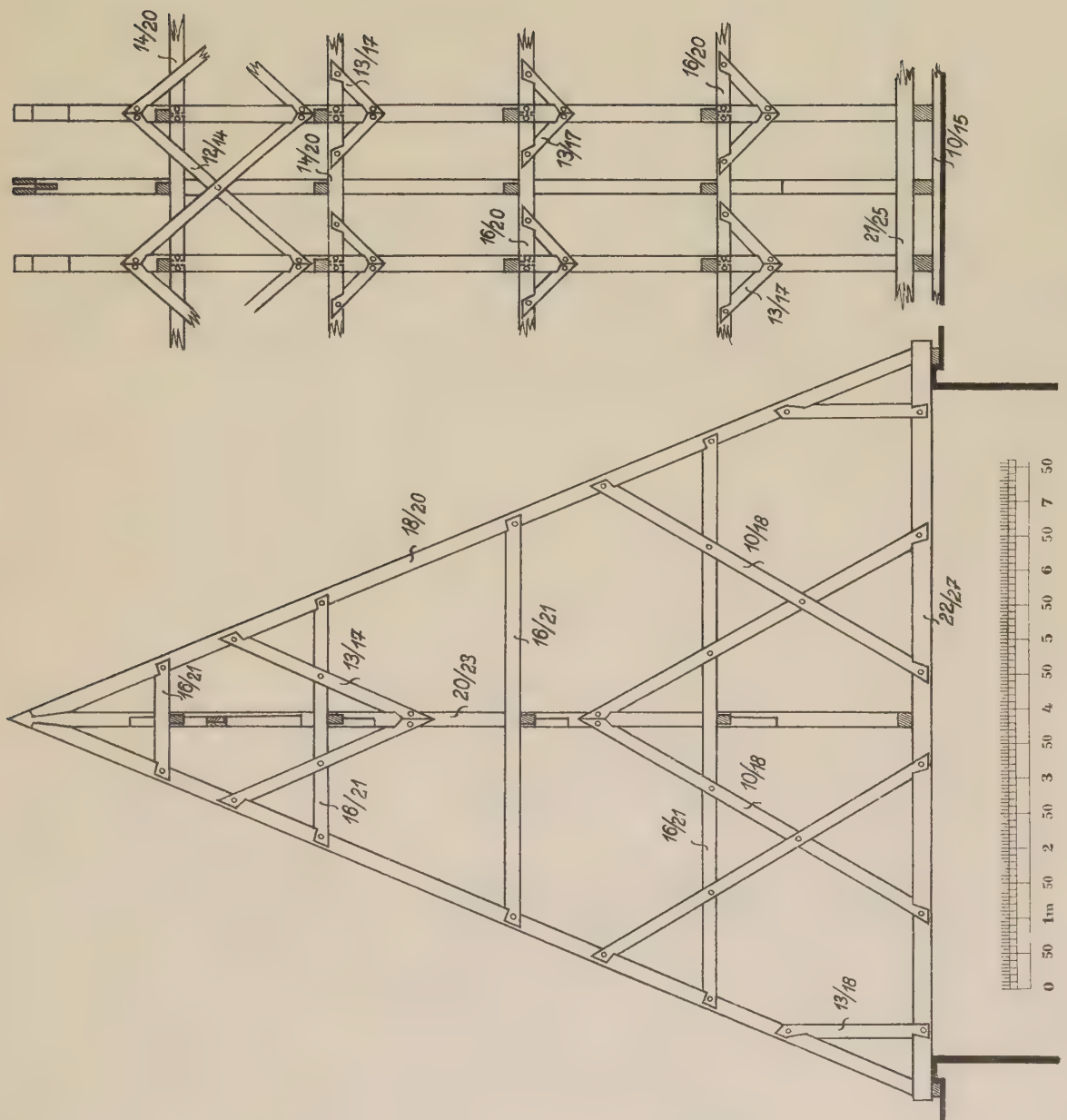
Bernhardinkirche — Taufkapelle (2. Hälfte des XV. Jahrh.)

Eigene Aufnahme

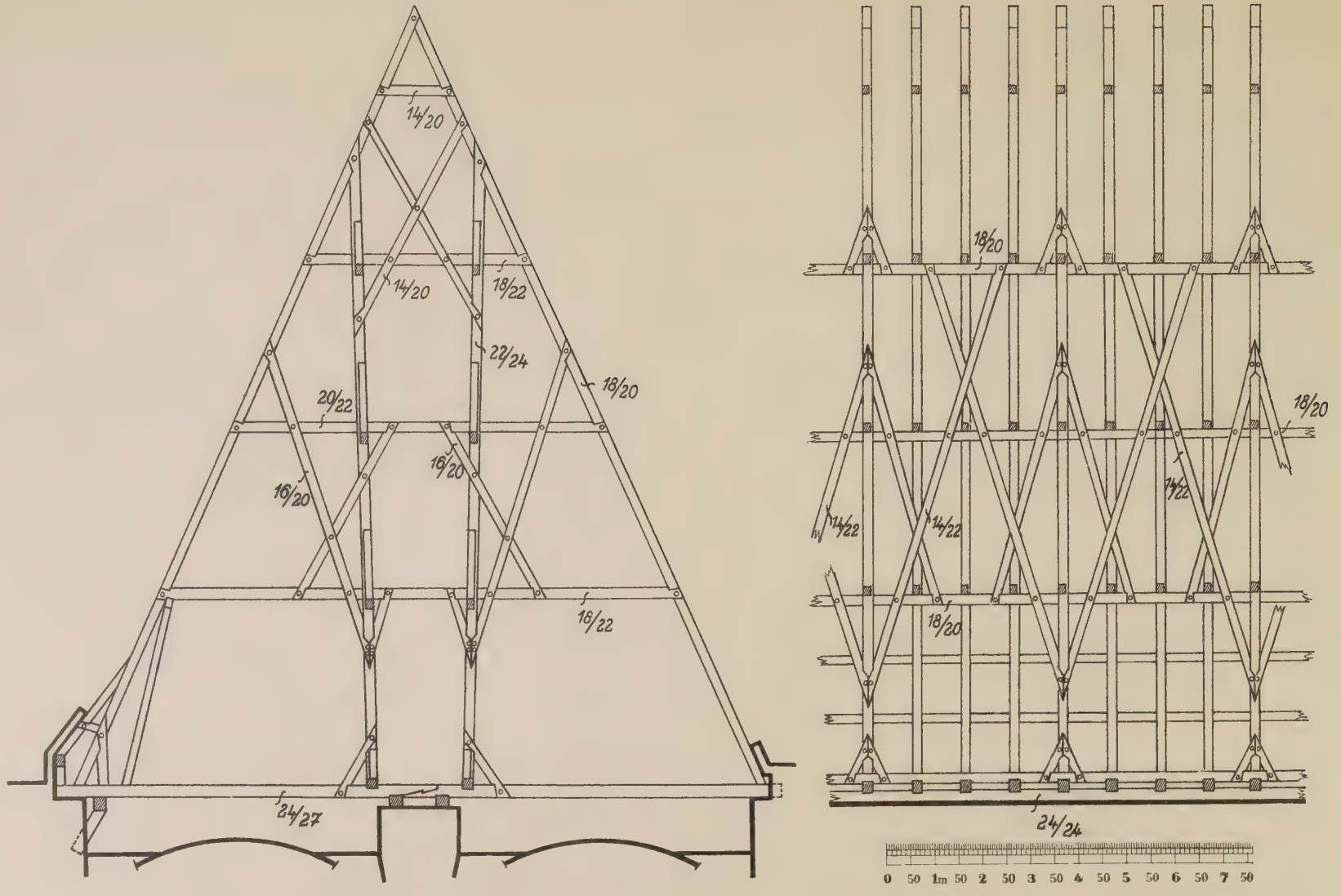


Barbarakirche (2. Hälfte des XV. Jahrh.)

Eigene Aufnahme

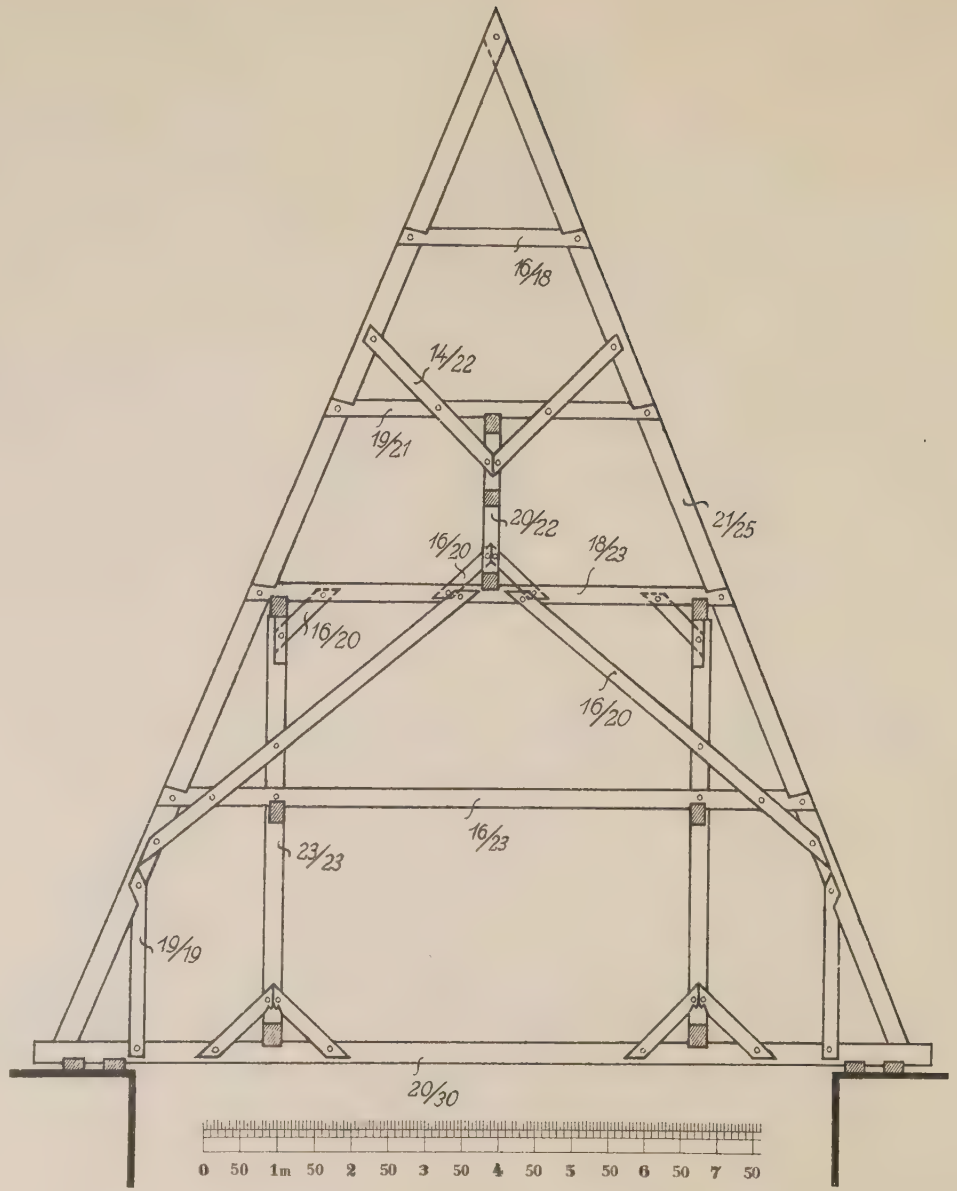


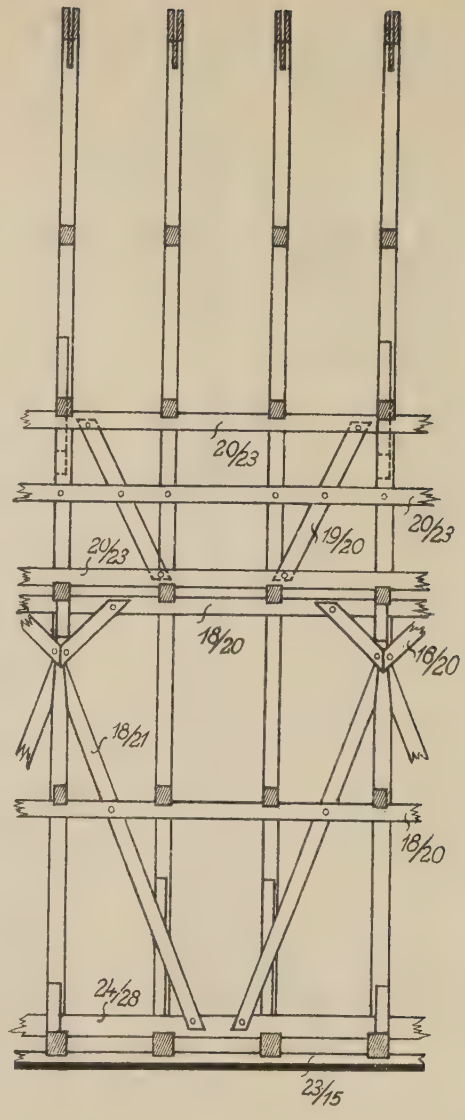
Annenkloster (Bürgerhospital zu St. Anna, 2. Hälfte des XIV. Jahrh.)
Eigene Aufnahme



Rathaus — Hauptdach (XV. Jahrh.)

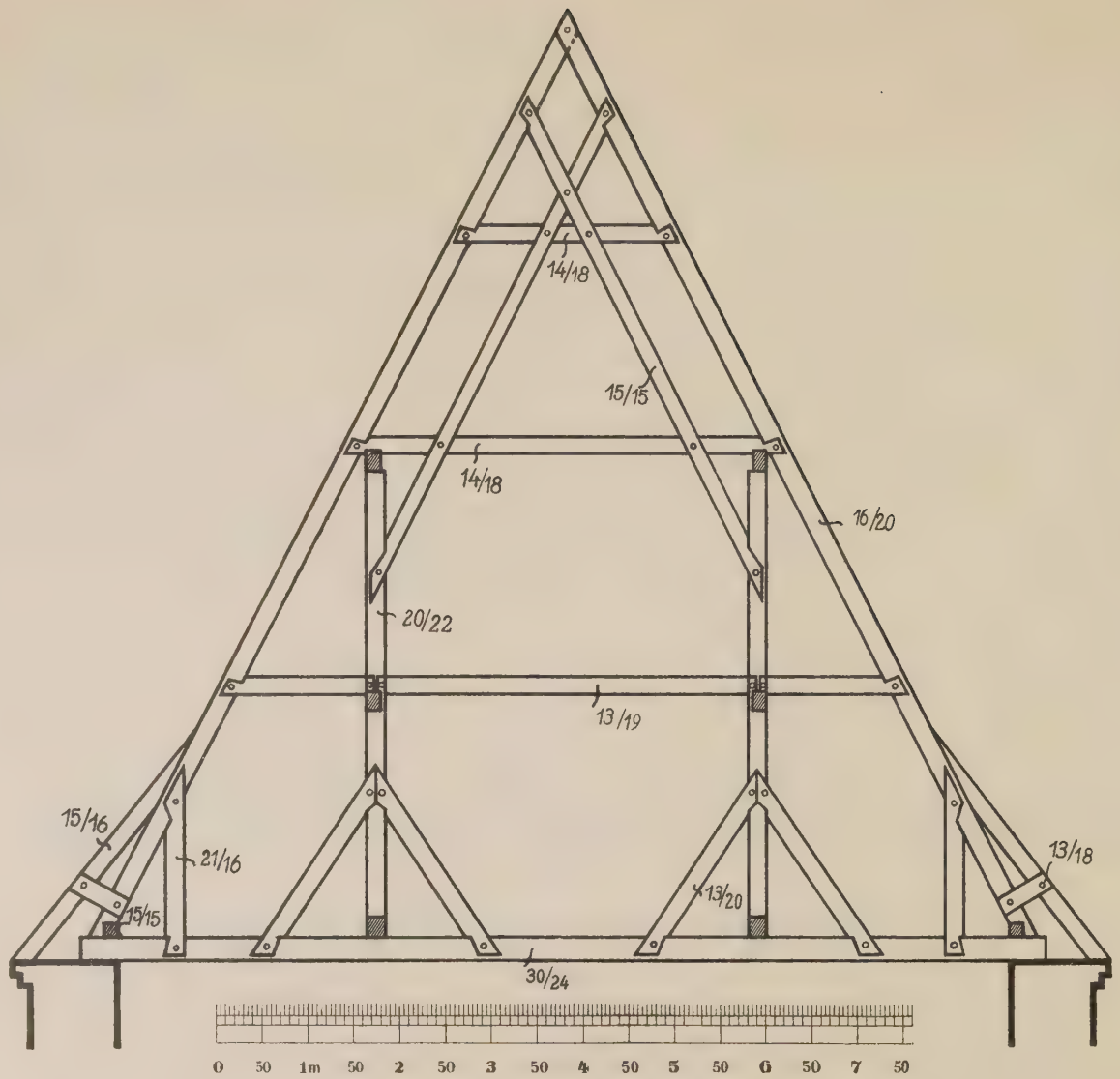
Gezeichnet nach einer Aufnahme der Baugewerkschule Breslau

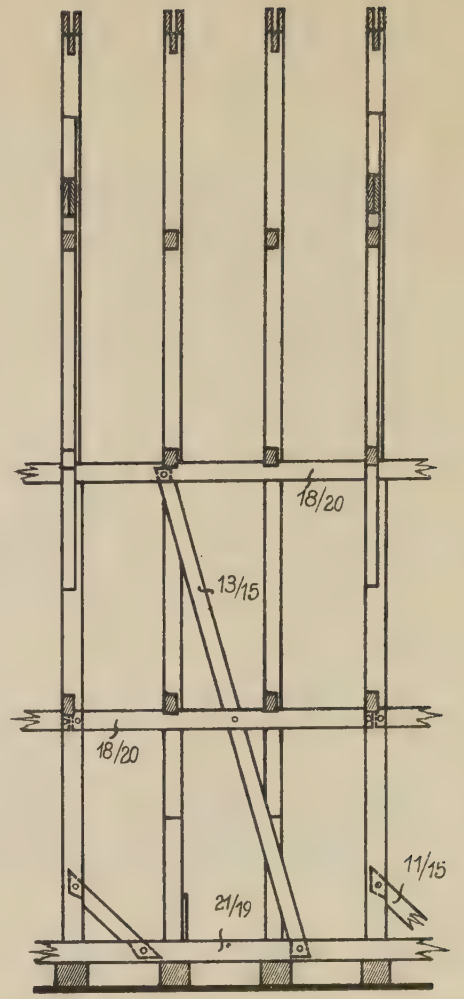




Elisabethkirche — Hauptschiff (um 1649)

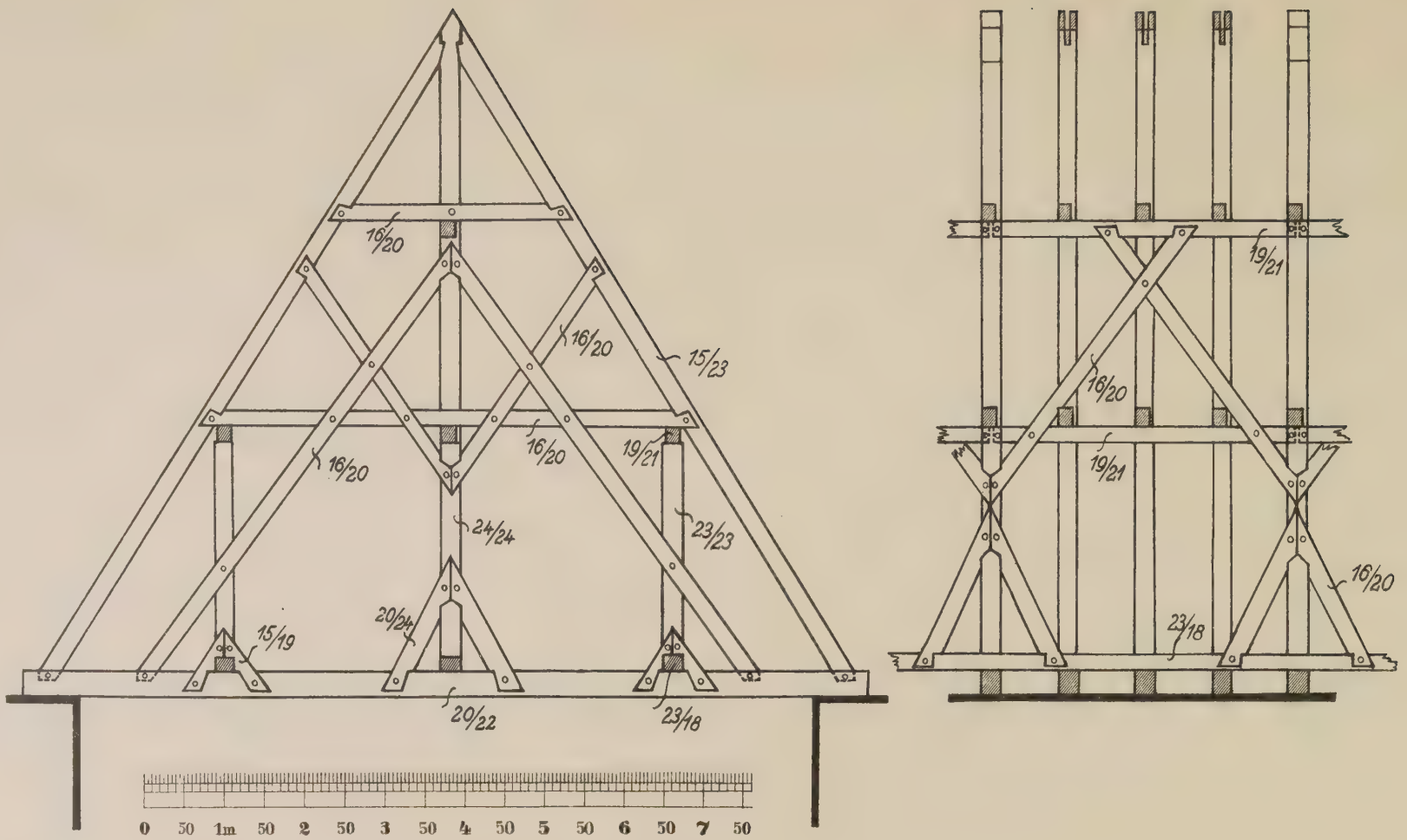
Eigene Aufnahme





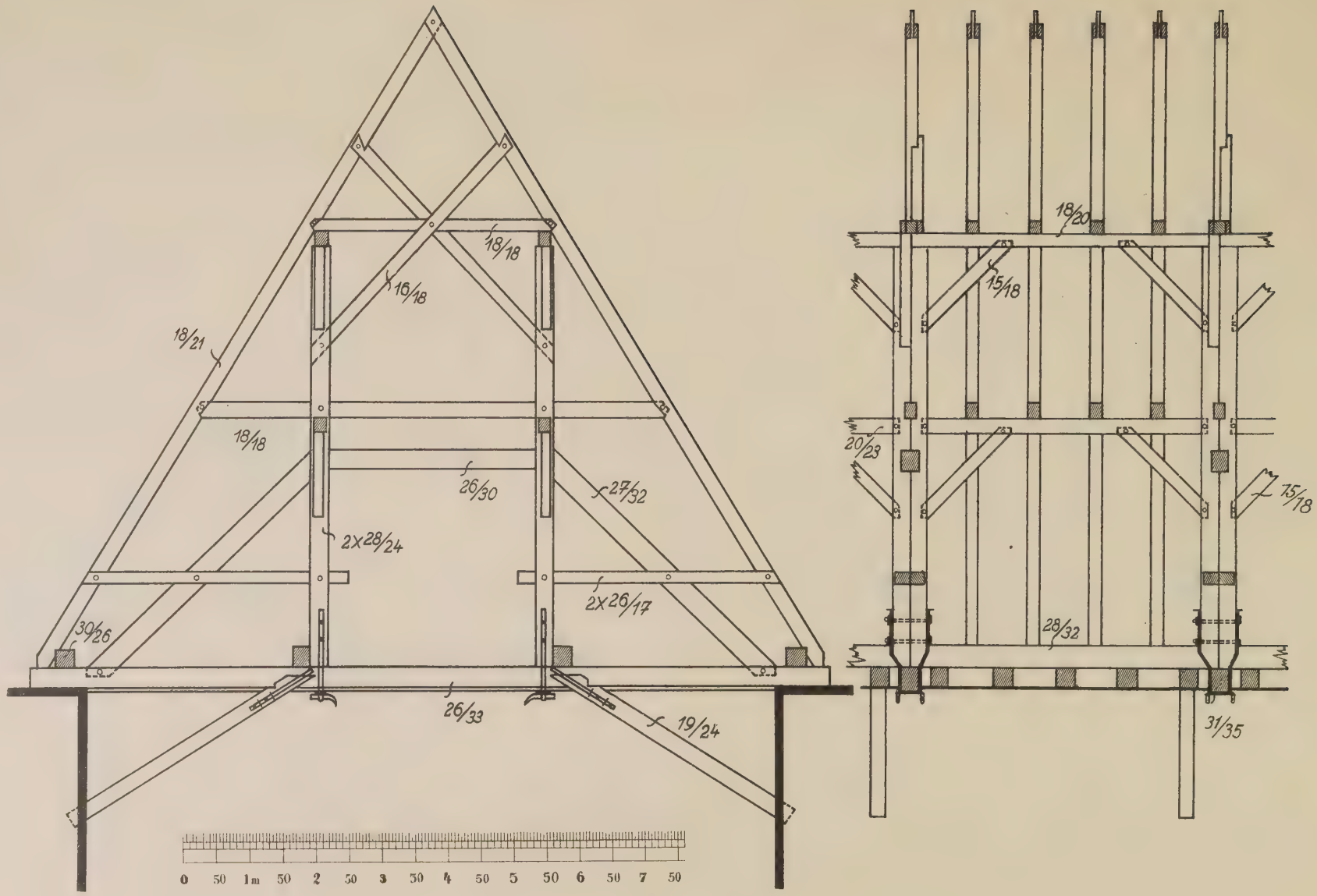
Martinikirche (XV. Jahrh.)

Eigene Aufnahme



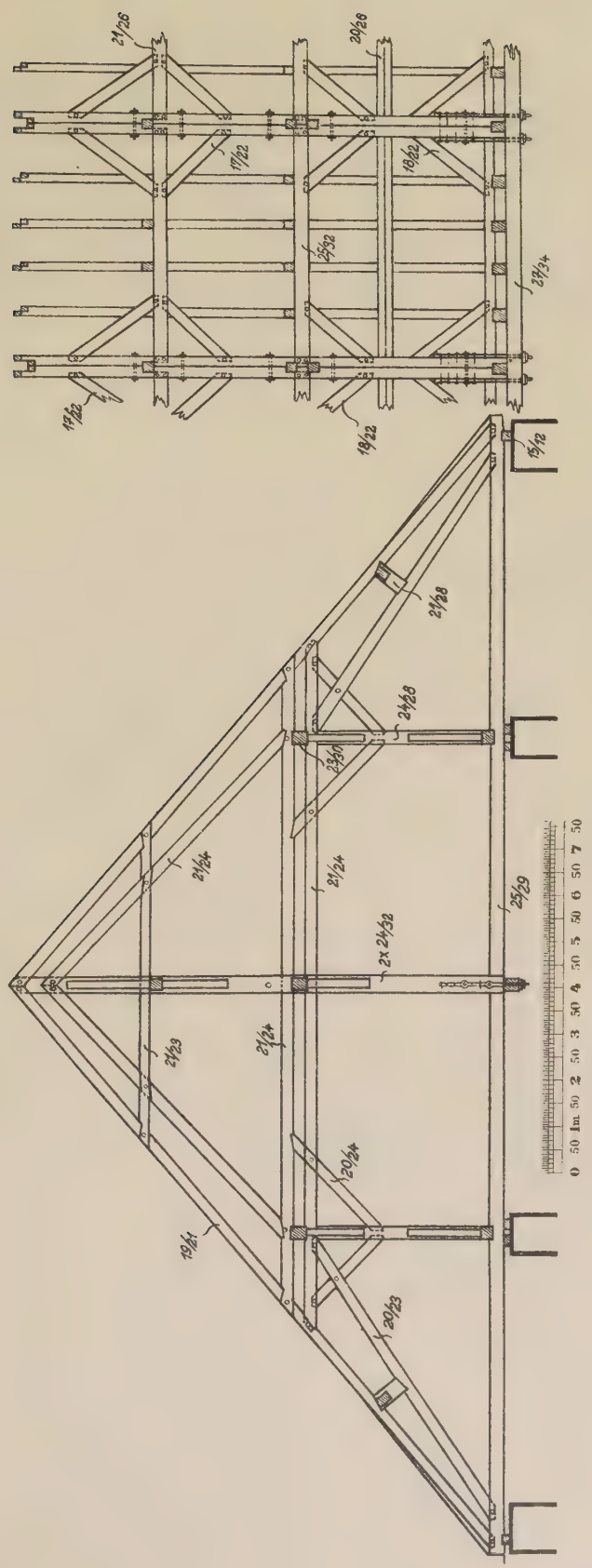
Gymnasialkirche — Hauptschiff (XV. Jahrh.)

Eigene Aufnahme

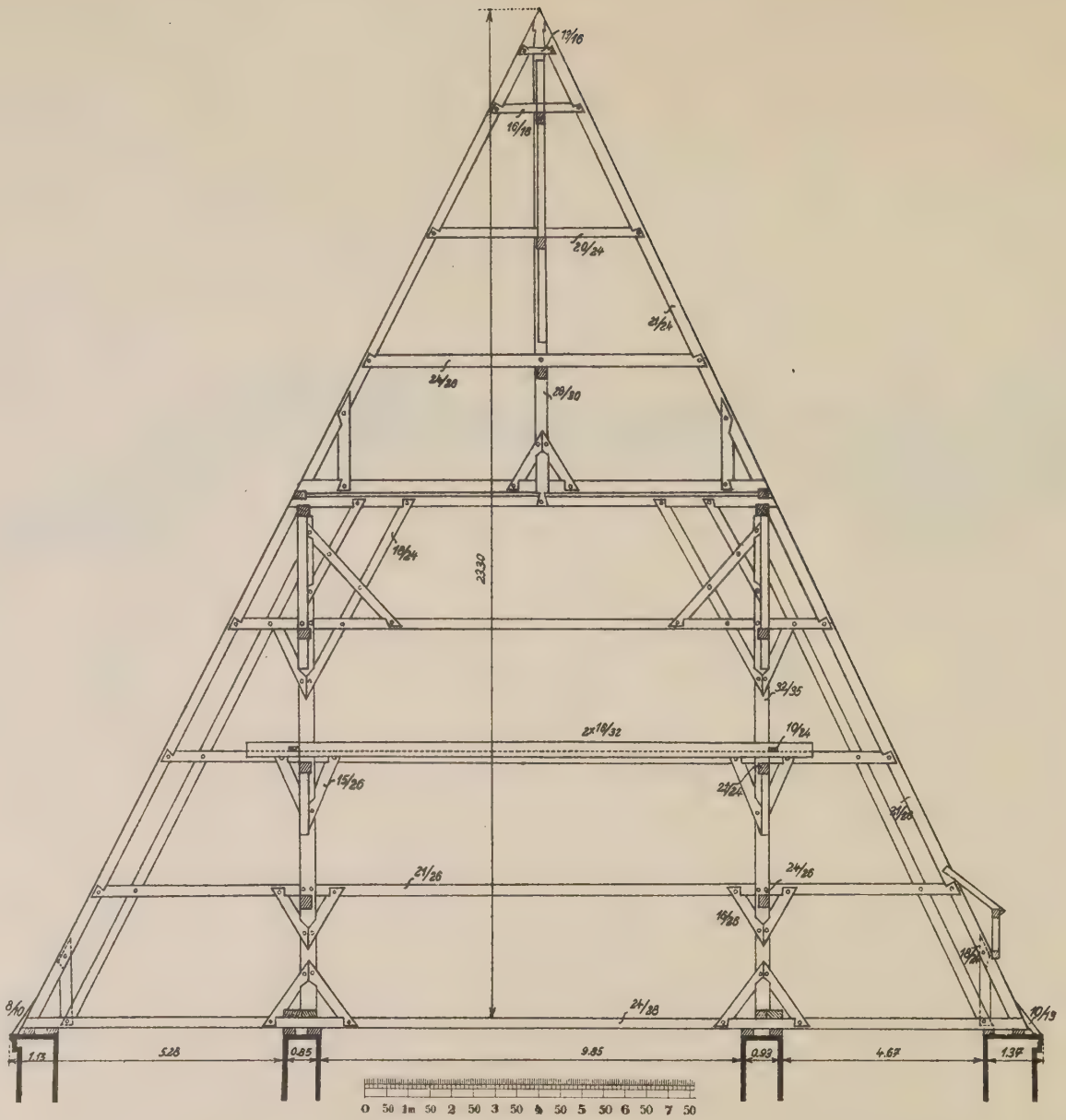


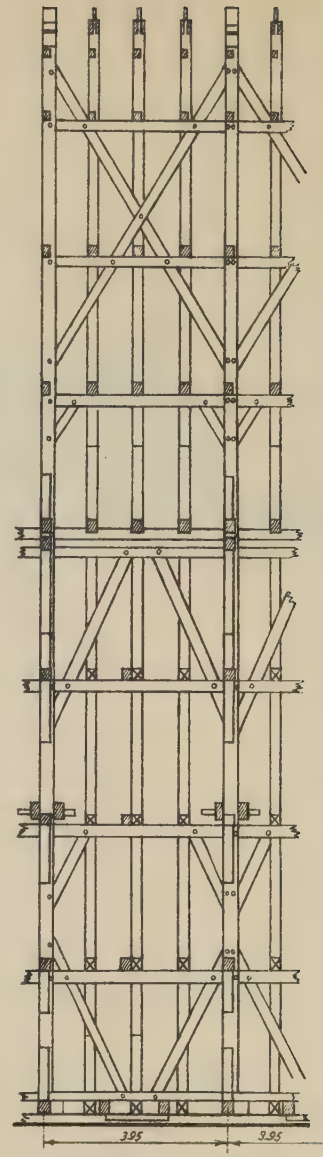
Corpus Christikirche — Hauptschiff (XVIII. Jahrh.)

Eigene Aufnahme



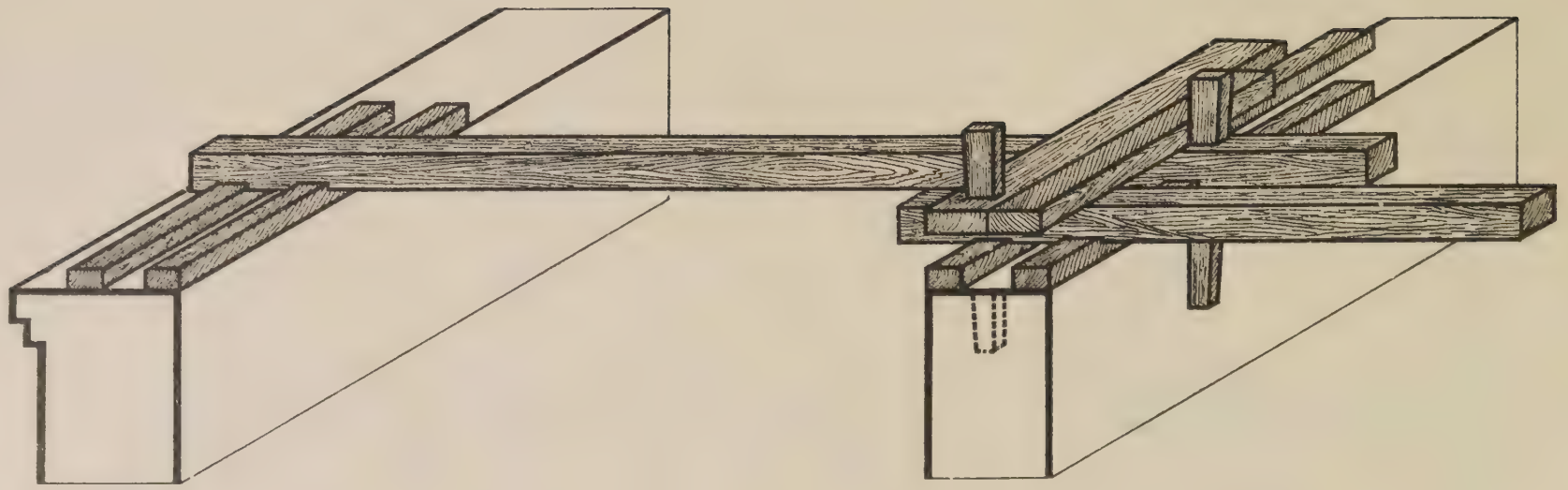
Sandkirche (1792)
Eigene Aufnahme





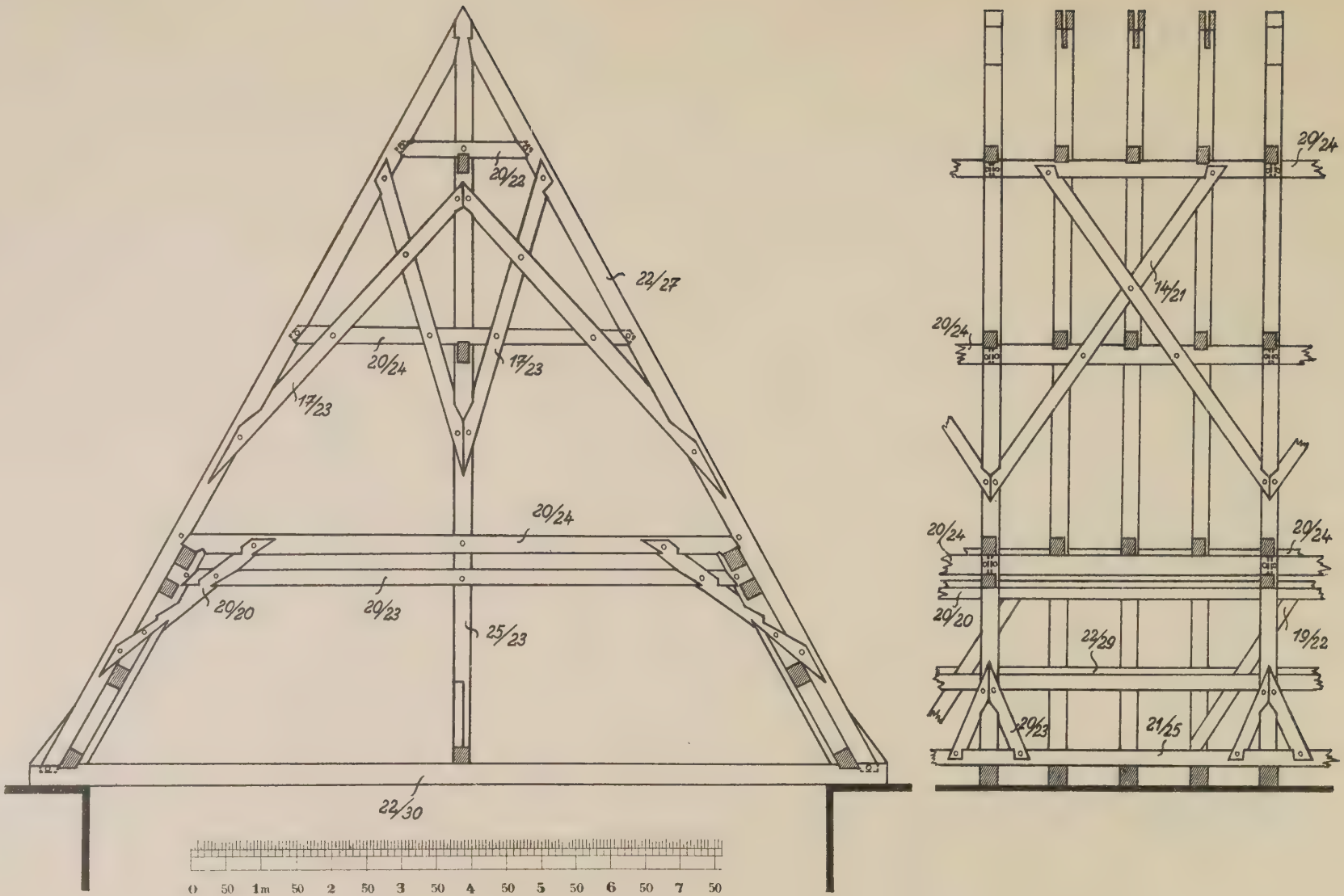
Dorotheenkirche — Hauptdach (2. Hälfte des XIV. Jahrh.)

Gezeichnet nach einer Aufnahme des Preuß. Hochbauamtes I



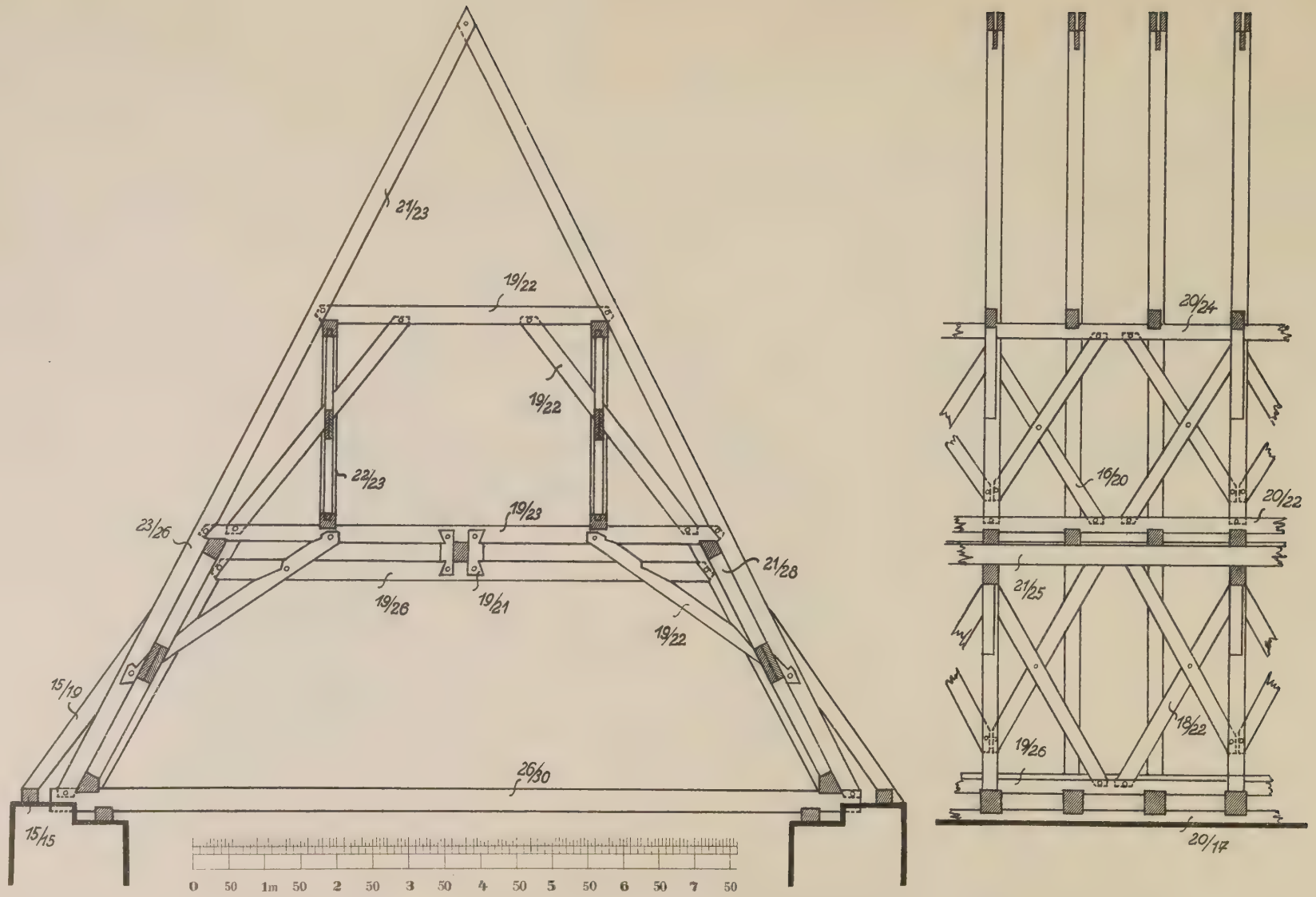
Einzelheiten zum Dachwerk der Dorotheenkirche

Eigene Aufnahme



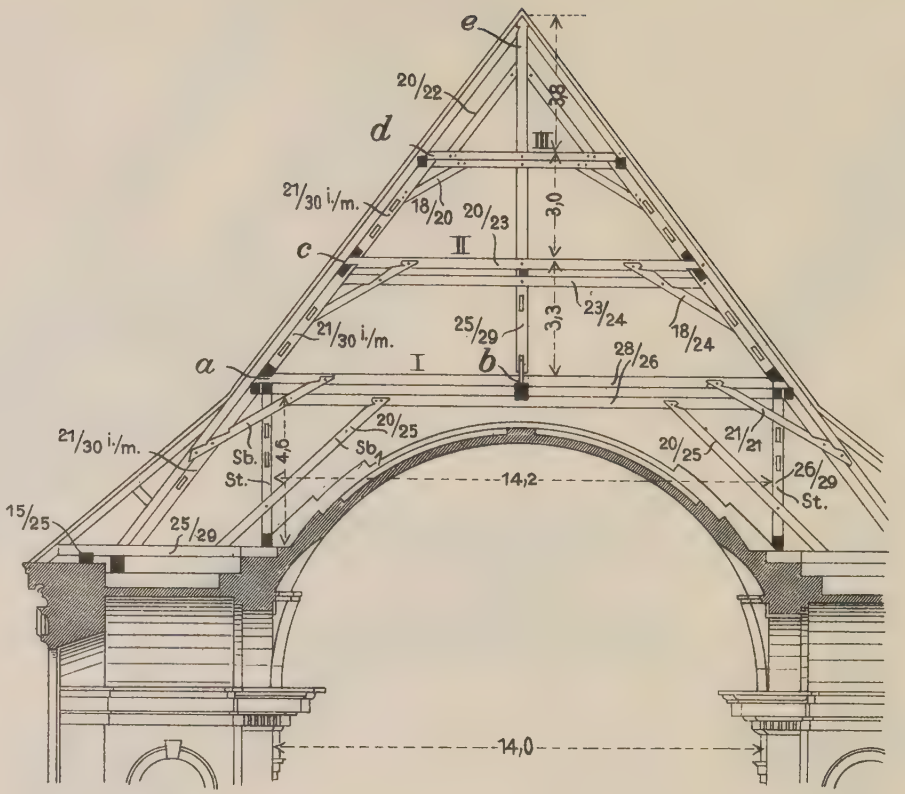
Gymnasialkirche — Hauptschiff (XV. Jahrh.)

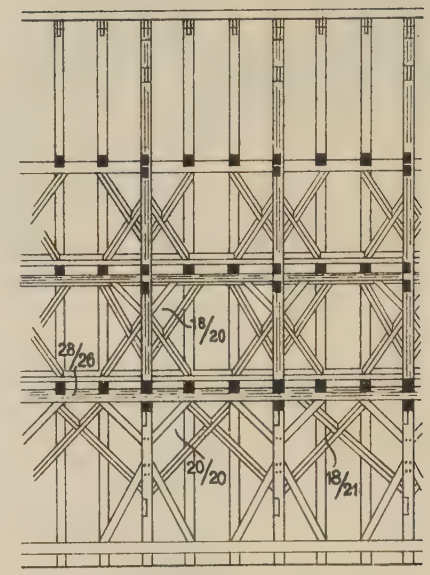
Eigene Aufnahme



Bernhardinkirche — Hauptschiff (um 1704)

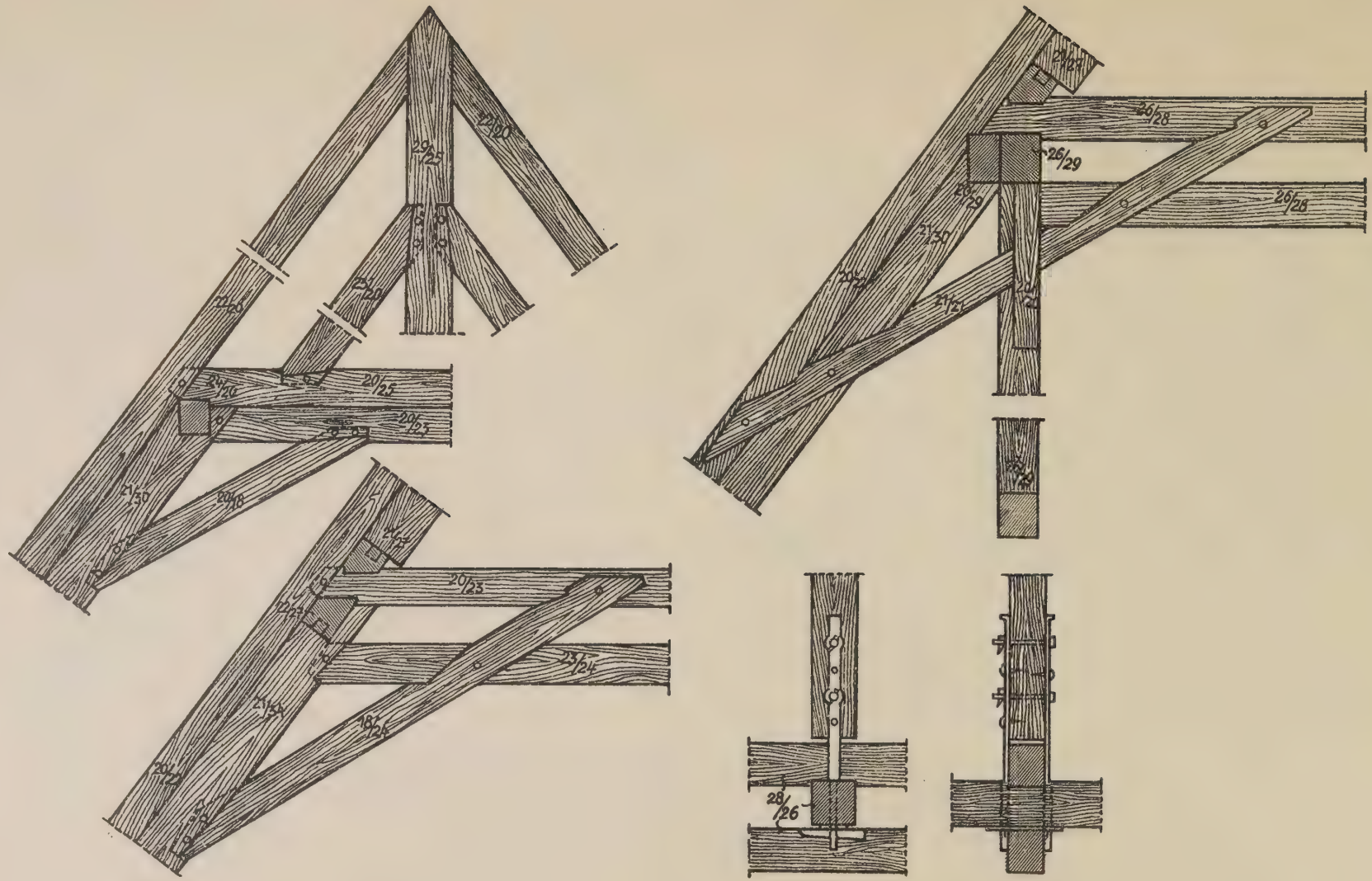
Eigene Aufnahme





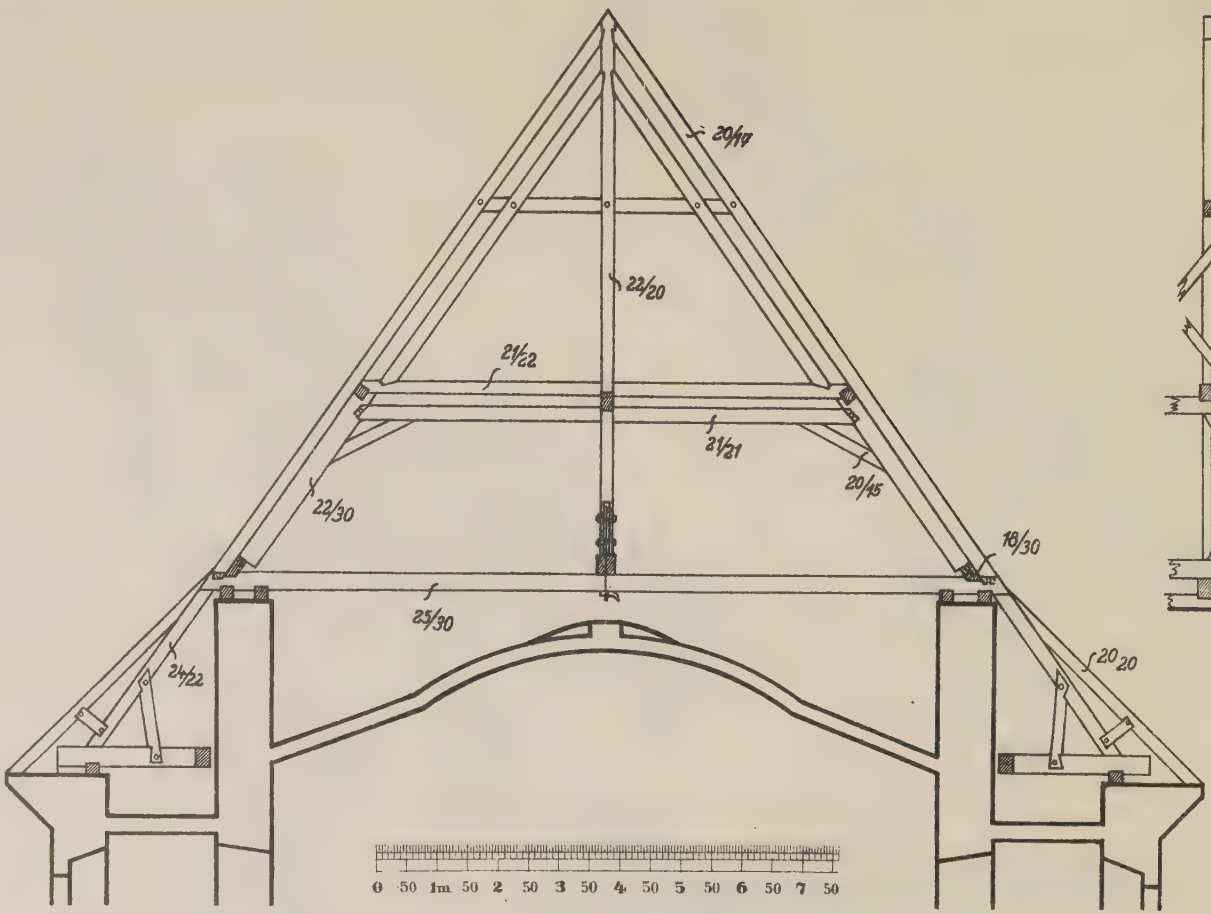
Mathiaskirche (1693)

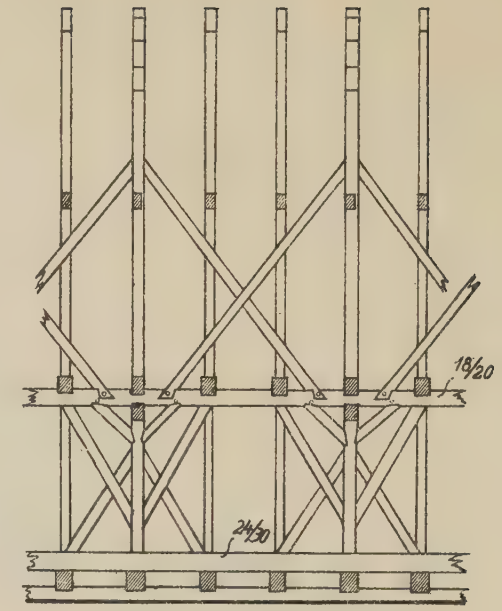
Abb. aus Denkmalpflege 1919, Seite 68



Einzelheiten zum Dachwerk der Mathiaskirche

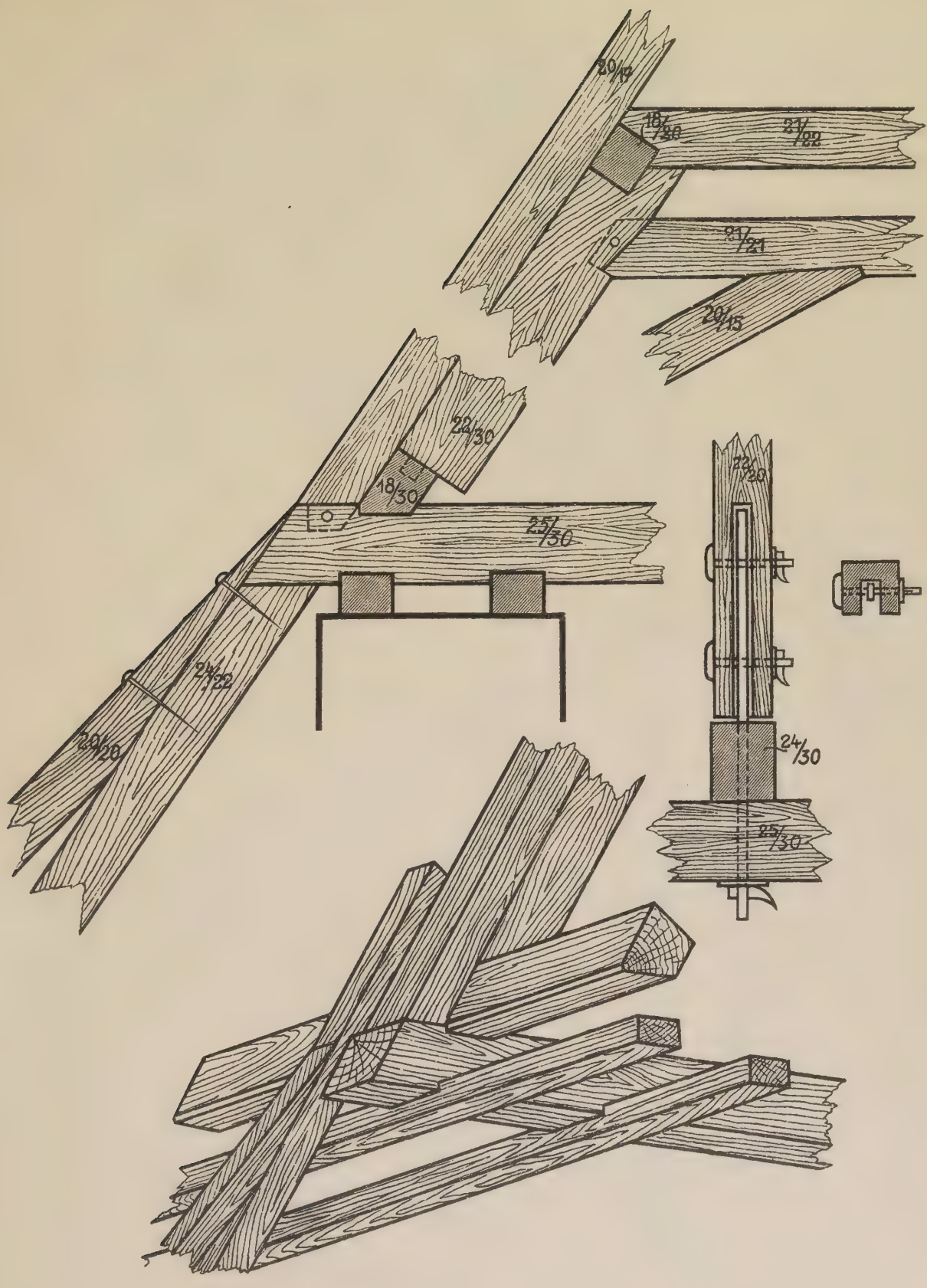
Gezeichnet nach Abb. in Denkmalpflege 1919, Seite 68





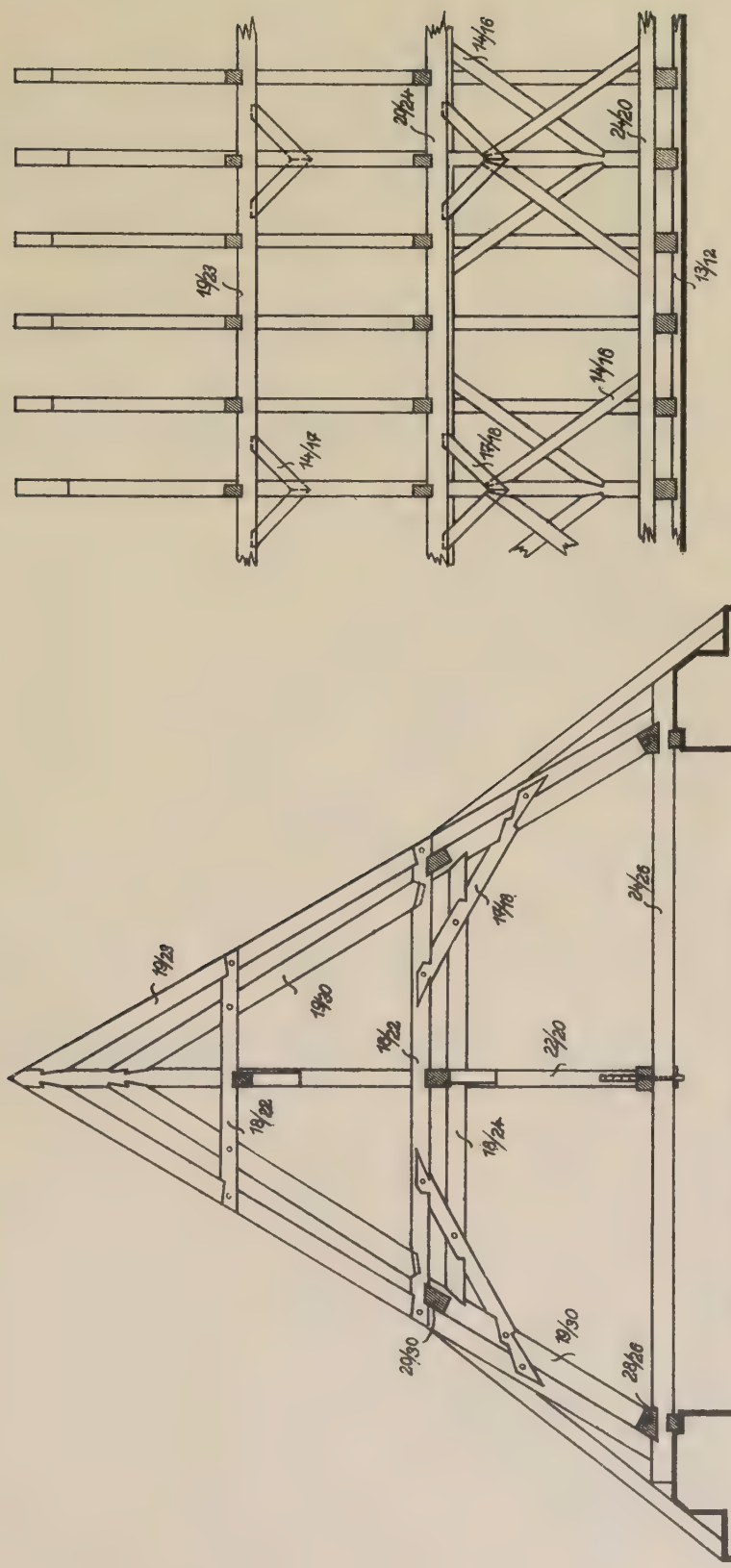
Antoniuskirche (1692)

Gezeichnet nach Abb. in Denkmalpflege 1919, Seite 68

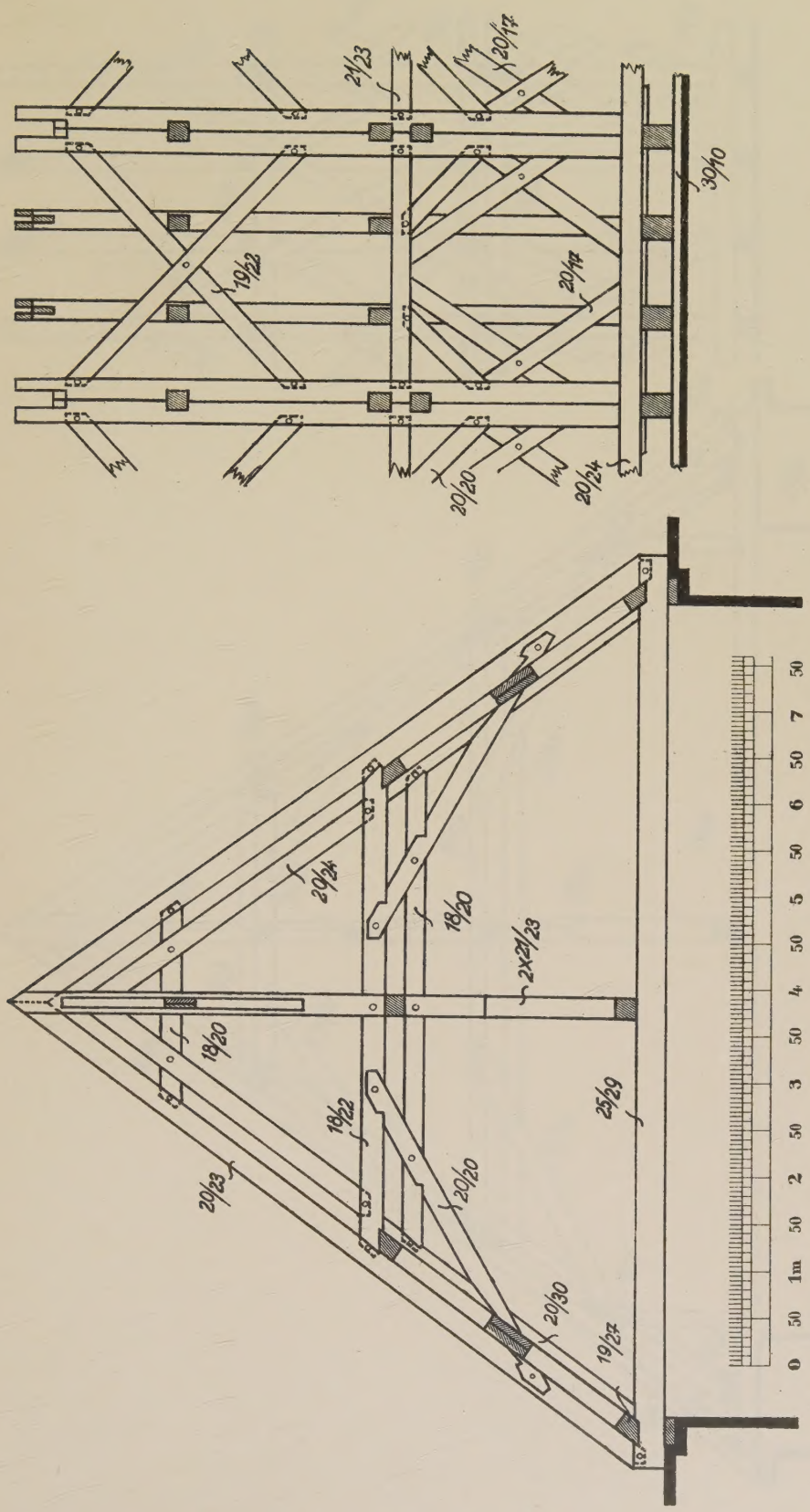


Einzelheiten zum Dachwerk der Antoniuskirche

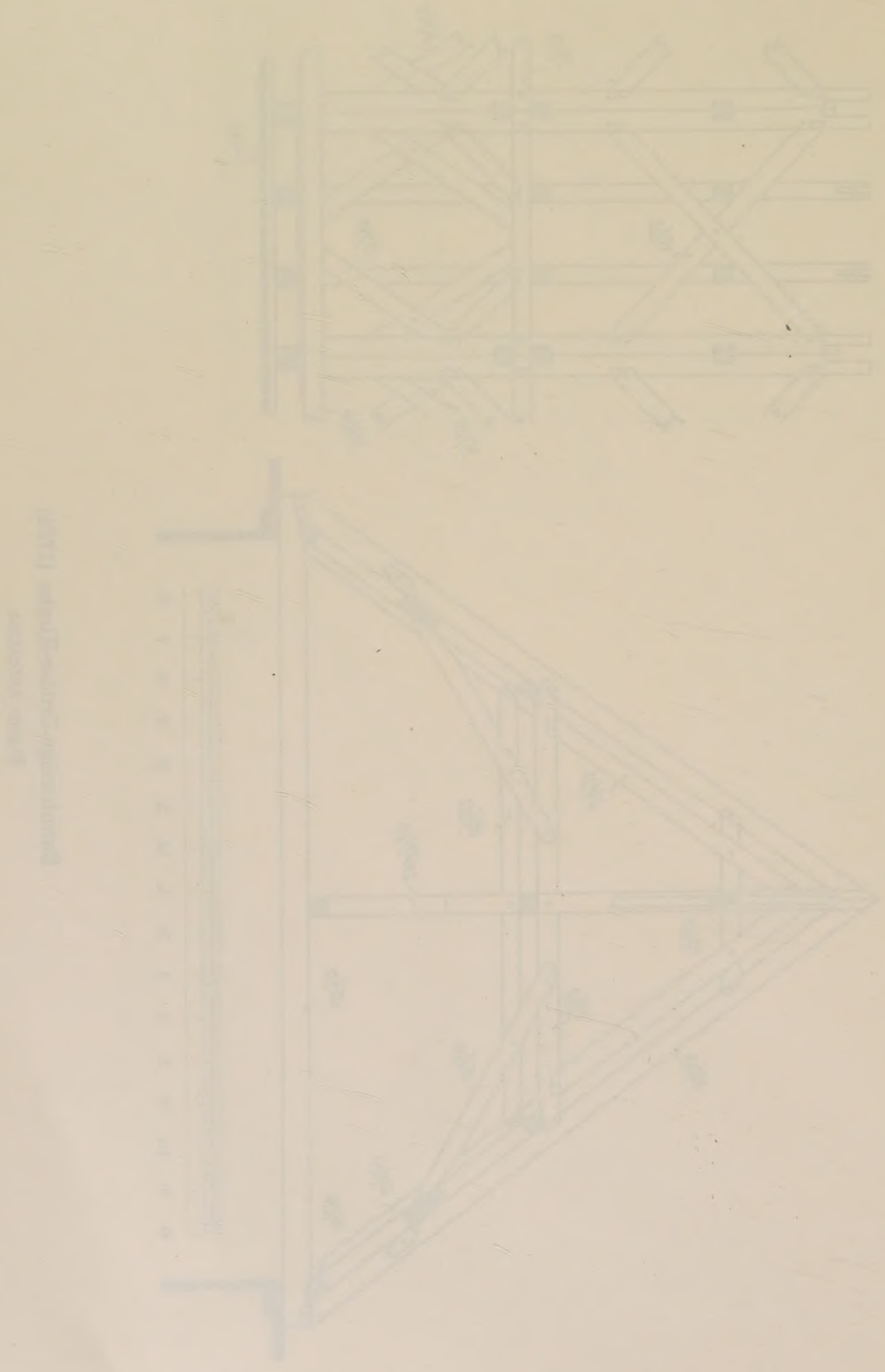
Gezeichnet nach Abb. in Denkmalpflege 1919, Seite 68

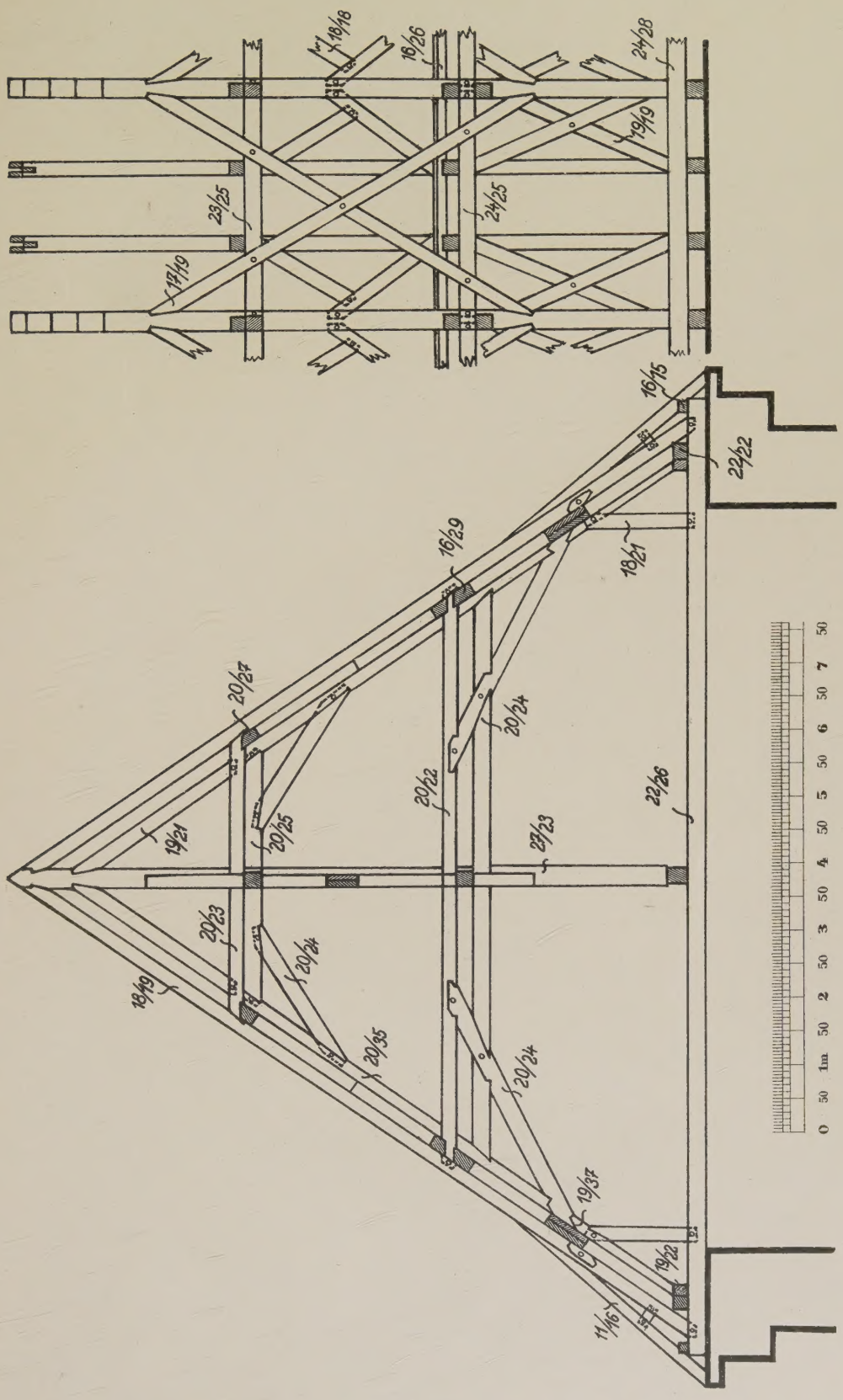
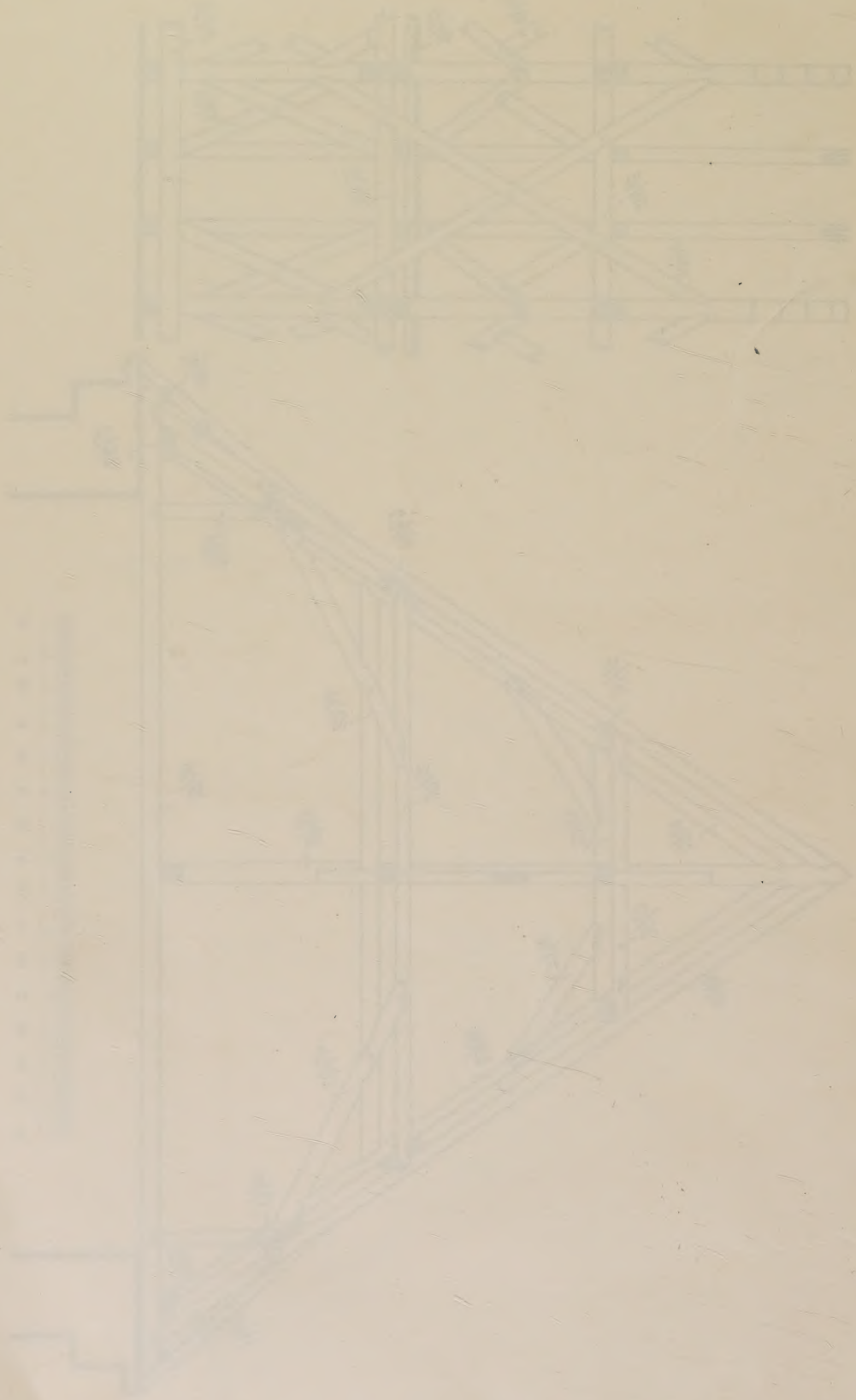


Dom — Langhaus (um 1760)
Eigene Aufnahme



Barmherzige-Brüder-Kirche (1724)
Eigene Aufnahme





Universität (um 1739)
Eigene Aufnahme